Die Wage im Altertum und Mittelalter.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

vorgelegt von

Thomas Ibel

aus Nürnberg.

Tag der mündlichen Prüfung: 2. November 1906.

Erlangen.

K. B. Hof- u. Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn.

1908.

Seiner lieben Mutter!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41542704_0051

Einleitung.

In neuerer Zeit wächst stetig das Interesse an den Fragen, die sich auf die geschichtliche Entwickelung der Naturwissenschaften also auch der Physik beziehen.

Mehrfach ist mit Recht hervorgehoben worden, daß ein gründliches Erfassen der historischen Vorgänge und der früher herrschenden Ideen nur durch eingehende noch vielfach fehlende Spezialstudien ermöglicht werden kann. Erst aus dem Entwickelungsgange der einzelnen Disziplinen wird sich ein allgemeines Resultat gewinnen lassen.

Mein hochverehrter Lehrer, Herr Universitätsprofessor Dr. E. Wiedemann in Erlangen, hat mich zu Studien auf diesem Gebiete angeregt und mich bei denselben auf das ausgiebigste unterstützt, besonders auch dadurch, daß er mir u. a. zahlreiche Notizen sowie noch nicht publizierte oder nicht übersetzte arabische Texte zugänglich machte und für die Veröffentlichung zur Verfügung stellte, wofür ihm auch an dieser Stelle bestens gedankt sei.

Dadurch ist es mir auch möglich geworden die als Programm[1]) gedruckte erste Studie, besonders im zweiten Teil, umzugestalten und zu erweitern.

Im folgenden soll versucht werden in knappen Zügen zu schildern, welche Formen im Altertum und im Mittelalter eines der wichtigsten Meßinstrumente, nämlich die Wage, angenommen hat. Dabei soll die Entwickelung der Lehre vom Hebel und vom Schwerpunkte im Altertum nur gestreift werden, da diese neuerdings von Herrn P. Duhem eingehend behandelt wurde[2]). Ebenso werden die Gewichte und Maße nur kurz besprochen.

---

[1]) Th. Ibel, Die Wage bei den Alten; Programm des k. Luitpoldprogymnasiums Forchheim 1906.

[2]) P. Duhem, Les Origines de la Statique. Tome I. Paris 1905. Tome II. Paris 1906. Der zweite Band kommt weniger für uns in Betracht.

Bekanntlich tritt die Wage in zwei wesentlich verschiedenen Typen auf, als „gleicharmige Wage“ und als „ungleicharmige Wage“, die dem gleicharmigen und dem ungleicharmigen Hebel entsprechen. Sie unterscheiden sich durch die Lage des Unterstützungspunktes und die davon beim Gleichgewicht abhängigen Größenverhältnisse von Last und Gewicht.

In manchen Fällen, wie bei der Benützung des Reiters, findet eine gleichzeitige Verwendung beider statt.

Von diesen beiden Wageformen findet sich die erste bei allen Handelsvölkern ältester Zeit.

Die Vergleichung von Masse und Gewicht war ja schon bei dem einfachsten Tauschhandel Bedürfnis; daher spielte bei Kauf und Verkauf die Wage als unentbehrliches Instrument eine ebenso wichtige Rolle wie bei der Feststellung der den Königen alter Reiche entrichteten Abgaben, wie u. a. die Tempelrechnungen auf den Tontafeln von Telloh in Südbabylonien aus der Zeit der 2. Dynastie von Ur (um das 3. Jahrtausend v. Chr.) und die berühmten Tributlisten aus einem Grabe von *Abd el Qurra* (Theben)[1]), ein Dokument aus der Zeit des ägyptischen Königs Thutmes III (15. Jahrh. v. Chr.), beweisen, wo das Gewicht der Einkünfte an Elektron[2]) über einer Darstellung des Abwägens genau angegeben ist[3]).

Die Erfindung und Anwendung der gleicharmigen Wage ergab sich schon aus der einfachsten Anschauung bezw. einer ganz rohen Erfahrung.

Anstatt die nach ihrem Gewicht zu vergleichenden Gegen-

---

[1]) Die Inschriften berichten über die Eroberungszüge des Königs Thutmes III und enthalten die genauen Listen der von den unterworfenen Völkerschaften gezahlten Tribute, sowie der sonstigen Kriegsbeute. Vgl. Birch, The Annals of Thotmes III in der Archaeologia Bd. 35, S. 116—166. Ed. Meyer, Gesch. des alt. Ägyptens. Berlin 1887. S. 242, 243, 244.

[2]) F. Hultsch (Griech. u. röm. Metrologie, Berlin 1882, S. 181 und S. 578 Anmerk. 4) gibt die Zusammensetzung eines Stückes Elektron oder Weißgold auf 73% Gold und 27% Silber an. Das spezifische Gewicht der Legierung berechnet Hultsch richtig zu 15,7. Isidorus (Migne, Patrologicorum Scriptorum, Paris 1878, Tom. 82, 16, 24 S. 590) sagt: Electrum, quod fit de tribus partibus auri et argenti una. Auf die zahlreichen Untersuchungen über das Elektron kann hier nicht eingegangen werden.

[3]) R. Lepsius, Denkmäler Abt. 3, Bd. 5, Bl. 39 d.

stände auf den beiden ausgestreckten Händen gegeneinander abzuwägen, wie man wohl zuerst tat, legte man sie auf die an wagrechten Stäben angebrachten Schalen der Wage.

Der Gebrauch der ungleicharmigen Wage dagegen, die sicher schon vor der Kenntnis der Hebelgesetze Verwendung gefunden hat, mußte sich anschliessen an die zahlreichen Beobachtungen, die man im täglichen Leben mit dem ungleicharmigen Hebel gemacht hatte, und an eine glückliche Intuition, welche das zunächst nur allgemein Erkannte in die Form brachte, daß ein Gewicht in dem doppelten, dreifachen, vierfachen . . . Abstand von der Drehungsachse einem Gewichte von doppeltem, dreifachem, vierfachem . . . Betrage im einfachen Abstande entspricht.

Von Instrumenten, die auf dem ungleicharmigen Hebel beruhend schon den Charakter der ungleicharmigen Wage tragen, wären z. B. die Wasserschöpfmaschinen zu erwähnen. Sie finden sich im alten Ägypten, im Orient und auch bei uns im Abendlande[1]). Eine dieser sehr alten Schöpfeinrichtungen zeigt eine Darstellung auf einem thebanischen Grabe (1200 v. Ch.)[2]).

Die Frage, wer der Erfinder der Wage gewesen ist, läßt sich nicht beantworten. Überhaupt ist nach dem Vorhergehenden nicht anzunehmen, daß sie plötzlich als vollkommenes Meßinstrument nach der Idee eines Einzelnen hergestellt wurde,

---

[1]) A. H. Layard, Niniveh und Babylon, Leipzig, S. 86. Die Maschine,im Orient u. a. *Schâdûf* genannt, besteht aus einer langen Hebelstange, die sich um einen Zapfen dreht; an dem einen Ende ist ein Stein, am andern ein Wassereimer befestigt. Bei den Indiern heißen sie *Kuppîlays*. Vgl. F. Reuleaux, „Über das Wasser in seiner Bedeutung für die Völkerwohlfahrt". Fig. 1. Westermanns Monatshefte Bd. 30, 1871, S. 79. Dem *Schâdûf* ähnlich ist das *Qaṭwa* und die *Chaṭṭâra*, ein langer Holzbalken, der sich um eine Achse dreht. An dem einen Ende hängt der Eimer, am andern befindet sich ein Stück Holz oder ein Stein als Gegengewicht. Vgl. E. Wiedemann, Beiträge zur Gesch. der Naturwissensch. Sonderabdr. aus den Sitzungsberichten der Physikal.-Medizin. Sozietät in Erlangen, Bd. X 1906, S. 332, 335 u. 336, wo Weiteres über solche Vorrichtungen berichtet wird. Da ich in der Folge vielfach auf die Arbeiten des Herrn Professors Dr. Eilh. Wiedemann, Erlangen Bezug zu nehmen habe, werde ich der Kürze halber ferner zitieren: E. Wiedemann, Beiträge etc.

[2]) G. Steindorff, „Die Blüte des Pharaonenreiches", Monographien zur Weltgeschichte, S. 101.

vielmehr wird sie sich aus ganz rohen Anordnungen entwickelt und entsprechend den sich verändernden Bedürfnissen und der Notwendigkeit immer grössere Genauigkeit zu erzielen vervollkommnet haben.

Sicher hat sich früher ihre Entwickelung in eben derselben Weise abgespielt wie in der Neuzeit, wo der Fortschritt in der Konstruktion der Wage wie aller andern Instrumente hervorgerufen wird durch das Bedürfnis Messungen von wachsender Genauigkeit anzustellen.

Daraus erhellt auch, daß die Wage nicht bei einem einzelnen Volke erfunden und zu anderen Nationen übertragen worden ist, sondern daß sie an den verschiedensten Orten in Gebrauch kam, wie man aus den Hieroglyphen der Denkmäler[1]) und Papyri[2]) des alten Ägyptens sowohl als z. B. auch aus den Keilinschriften aufgefundener babylonischer Zylinder und aus Fundstücken aus dem „Schatzhause von Heliopolis“[3]) und den Ruinen königlicher Paläste von Niniveh und Babylon[4]) entnehmen kann, wonach die Verwendung der Wage bereits 2 bis 3000 Jahre vor dem Beginne unserer Zeitrechnung etwas Alltägliches war[5]).

Der ursprünglichen, naiveren Auffassung aber entspricht es, wenn jede Nation sich rühmt, daß bei ihr dieses nützliche Werkzeug erfunden wurde und dass einer der Ihrigen es war, der zuerst eine Wage hergestellt und ihren Gebrauch gelehrt habe.

Als solche werden aufgeführt:

Bei den Ägyptern: der ibisköpfige Thot[6]) (ägyptisch *Tehuti*), mit dem später der ursprüngliche Gott des Maßes, Tech, verschmolzen wurde.

---

[1]) Vgl. H. Brugsch, Das älteste Gewicht, Zeitschr. f. Ethnologie Bd. 21 S. 37. 1889.

[2]) Ebenda, S. 5—7, 35, 38.

[3]) L. Griffith, Proceedings of the Society of Biblical Arch. Vol. XIV, 8, S. 403. 1892.

[4]) C. F. Lehmann, Altbabyl. Maß und Gewicht und deren Wanderung, Zeitschr. f. Ethnol., Bd. 21, S. 253, 256, 271 u. 273. 1889. Vgl. H. Layard, Discoveries in the ruins of Niniveh and Babylon, London 1853, S. 600 und Niniveh and its remains. New Edition. London 1873, S. 90 und G. Smith, On Assyrian weights and measures, Zeitschr. f. ägypt. Spr. Bd. 10, S. 109. 1872.

[5]) C. F. Lehmann, Zeitschr. f. Ethnol. Bd. 21, S. 256, 303, 306. 1889. H. Brugsch, Zeitsch. f. Ethnol., Bd. 21, S. 5. 1889.

[6]) Von den Griechen als Erfinder der Wage genannt.

Chat, den Graf Lorenzo[1]) noch anführt, dürfte von ihm mit dem eben erwähnten Tat (Thot) verwechselt worden sein[2]), da es bei den Ägyptern einen Gott dieses Namens nicht gibt. Oder es ist diese Erwähnung Lorenzos einfach auf einen Irrtum zurückzuführen.

Bei den Juden: Kain und Moses. Daß von den Juden Kain genannt wird mag daraus sich erklären, daß dieser als erster Handel getrieben haben soll, während Moses als dem Nationalheros überhaupt alle Erfindungen von seinem Volke zugeschrieben wurden. Offenbar war es denen, die dies taten, aus dem Gedächtnis geschwunden, daß die Juden die Anwendung der Wage schon in Ägypten kennen gelernt haben mußten[3]). Indes erschien späteren Generationen Moses als Gesetzgeber als der natürliche Erfinder der Wage.

Die Griechen nannten als Erfinder der Wage außer Palamedes den Argiver Phidon[4]), und Pythagoras; ferner der Neigung früherer Zeiten entsprechend ägyptische und klassische Gottheiten miteinander zu parallelisieren noch Hermes[5]), die Römer Merkur, Götter, die dem ägyptischen Thot am meisten entsprechen, als den Urheber dieser Erfindung. Die Bezeichnung des Argiverkönigs Phidon[6]) als Erfinders der Wage erklärt sich wohl daraus, daß ihm eine Reform der Maße und Gewichte, sowie die Prägung der ersten Silbermünzen zugeschrieben wurde[7]). Pythagoras, der Philosoph der Zahl, mußte in den Augen der Griechen besonders befähigt erscheinen bei der Erfindung der Wage eine wichtige Rolle gespielt zu haben.

---

[1]) Conte Luigo Lorenzo, Dissertatione IX. Sopra Le Bilancie Degli Antichi in Saggi di Dissert. Accad. Publicamente lette nella Nobile Accademia Etrusca, Bd. 3. S. 93—102. Rom 1735.

[2]) Nach Rich. Pietschmann (Hermes Trismegistos. Diss. Leipzig 1875, S. 36) hat es bei den Ägyptern nämlich nur einen Hermes gegeben.

[3]) Genesis 43, 21.

[4]) Isidorus (Migne, Patrologia Latina, Bd. 82, 16, 25), Etymologia, Paris 1878.

[5]) In G. Autenrieths homerischem Wörterbuche sieht man auf einem Holzschnitt nach einem antiken Bildwerk Hermes eine Wage mit einer Ker (Todesgöttin) in jeder Schale emporhalten (s. w. u.).

[6]) Phidon der jüngere, König von Argos, lebte um die Mitte des 7. Jahrh. v. Chr. Vgl. A. Pauly, Realenzykl. d. klass. Altert. 1848, Bd. 4, S. 1831, Bd. 5, S. 1460. Weitere Nachrichten über Phidon gibt F. Hultsch, Gr. u. röm. Metrol. Berlin 1882, S. 521 Anm. 1.

[7]) Herodot VI, 127 und Plinius VII, 198.

Wenn Philon von Byzanz, der um das Jahr 150 v. Chr. lebte[1]), mit der Erfindung der Wage in Zusammenhang gebracht wird, so kann das wohl nur den Sinn haben, daß er auf Grund seiner eingehenden mechanischen Studien[2]) Verbesserungen an derselben anbrachte.

Ein ähnliches Vergessen wie bei der Bezeichnung des Moses als Erfinder der Wage mag wohl auch bei Nennung des Pythagoras seitens der Griechen stattgefunden haben, da der Gebrauch der Wage denselben schon vor dem 6. Jahrhundert v. Chr. längst vertraut war[3]), wie aus folgenden homerischen Versen[4]) ersichtlich ist.

Doch da den himmlischen Weg bis zur Hälfte die Sonne geschritten,
Tat auseinander die Schalen der goldenen Wage der Vater,
Setzte hinein zwei Keren des langhinstreckenden Todes,
Reisiger Troer die eine, umerzter Achäer die andere,
Faßte die Mitte und hob — und es sank der Achäer Geschickstag.
Auf der ernährenden Erde zu sitzen kamen der Griechen
Keren; zum Himmel empor erhoben sich jene der Troer[5]).

Auf die einzelnen Gewichtssysteme soll, wie oben erwähnt, hier nicht näher eingegangen werden, da sie bereits vielfach eingehende Behandlungen[6]) erfahren haben, so von Böckh[7]), Levy[8]),

[1]) K. Tittel, Rhein. Mus. f. Philologie, Neue Folge 56, S. 404. 1901: Heron und seine Fachgenossen. Diese schrieben nach Tittel in der Reihenfolge: Ktesibios, Philon, Heron, Geminos 2. Jahrh. v. Chr. W. Schmidt setzt ihn in die zweite Hälfte des 3. Jahrh. v. Chr. W. Schmidt, Heronis opera, Leipzig 1900. Vgl. auch S. Günther, Gesch. der antiken Naturw. u. Philosophie, J w. Müller, Handb. d. kl. Altertw. Nördlingen 1888, S. 49.

[2]) Ein Fragment hat publiziert W. Schmidt, Heronis opera omnia Bd. I, S. 458. Das ganze nach einer arabischen Übersetzung C. de Vaux Notices et extraits. Bd. 38, S. 27. 1903.

[3]) Pythagoras lebte von 580—501 v. Chr.

[4]) Homer Ilias VIII, 69—75; vgl. auch Il. XVI, 658 u. XIX, 223 und nach Homer Virgil. Aen. XII, 725.

[5]) Übers. v. W. Jordan S. 157. 1881.

[6]) Über ältere metrologische Schriften vergl. A. Pauly, Realenzyklopädie der klass. Altertumsw. 1846, 4. Bd. Mensura, S. 1835, und F. Hultsch, Griech. u. röm. Metrologie, Berlin 1882, S. 16—22.

[7]) A. Böckh, Metrologische Untersuchungen, Berlin 1838.

[8]) M. A. Levy, Geschichte der jüdischen Münzen, Breslau 1862.

Hultsch[1]), Brandis[2]), Zuckermann[3]), Mommsen[4]), Schillbach[5]), Dörpfeld[6]), Brugsch[7]), Lehmann[8]), Alsberg[9]), Kiel[10]), Oehmichen[11]), Pernice[12]), Reisner[13]), Nißen[14]) und anderen, aus denen auch hervorgeht, wie schwierig die genaue Feststellung der einzelnen Normalgewichte ist. In letzter Zeit hat sich besonders F. Lindemann mit dieser Frage beschäftigt[15]).

---

[1]) F. Hultsch, Metrologicorum scriptorum reliquiae, Bd. 1, Leipzig 1864, Bd. 2, 1866. Griechische und römische Metrologie, Berlin 1882 und neuerdings: Die Gewichte des Altertums nach ihrem Zusammenhang dargestellt; Abh. der k. sächs. Ges. d. Wissenschaften, Bd. 18, Leipzig 1898.

[2]) J. Brandis, Das Münz-, Maß- und Gewichtswesen in Vorderasien, mit Verz. der Quellen, Berlin 1866.

[3]) B. Zuckermann, Über talmudische Gewichte und Münzen, Breslau 1862 und das jüdische Maßsystem, Breslau 1867.

[4]) Th. Mommsen, Röm. Metrologie, Abh. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. Bd. 2, S. 219—428. 1860, „Histoire de la monnaie romaine par Th. Mommsen, traduite de l'allemand par le duc de Blacas, 4. Bd., Paris 1865—1875, und Hermes, Bd. 21, S. 411—424. 1886.

[5]) R. Schillbach, Beitrag zur griech. Gewichtskunde, Winkelmannsprogr., Berlin 1877.

[6]) W. Dörpfeld, Hermes, Bd. 22, S. 79—86. 1887; Mitteilungen des arch. Inst. zu Athen, Bd. 15, S. 167—188. 1890.

[7]) H. Brugsch, Das altägyptische Goldgewicht, Zeitschrift f. ägypt. Spr. Bd. 27, S. 85—96. 1889.

[8]) F. Lehmann, Altbabylon. Maß und Gewicht, Actes du huitième congrès intern. des Orientalistes, tenu en 1889 à Stockholm, Leyden 1892, S. 164. Vgl. oben S. 4, Anm. 4 u. 5.

[9]) M. Alsberg, Die ältesten Gewichte und Maße. Ausland Bd. 63, Nr. 19, S. 364. 1890.

[10]) A. Kiel, Geschichte der absoluten Maßeinheiten, Jahresbericht des k. Gymnasiums zu Bonn, 1890.

[11]) G. Oehmichen, Metrologische Beiträge, Sitzungsber. d. Bayr. Akad. d. Wissenschaften, Phil.-hist. Cl. Heft 2, S. 173. 1891.

[12]) E. Pernice, Rhein. Mus. Bd. 46, S. 495. 1891.

[13]) G. Reisner, Altbabylon. Maße u. Gewichte, Sitzungsber. der k. preuß. Akad. d. Wiss., S. 417. Berlin 1896.

[14]) H. Nißen, Griech. u. röm. Metrologie, Handb. der klass. Altertumsw., S. 832. 1892, mit Verz. d. Quellen.

[15]) F. Lindemann, Zur Gesch. der Polyeder und der Zahlzeichen. Sitzungsber. der math.-phys. Cl. der k. bayr. Akad. d. Wiss., München Bd. 26, S. 625—785 1897 und: Über einige prähistor. Gew. aus deutschen u. ital. Museen, I. u. II. Sitzungsber. der math.-phys. Cl. der k. bayr. Akad. d. W., München Bd. 29, S. 71—137. 1900. In diesen beiden Abhandlungen finden sich zahlreiche wertvolle Notizen über Gewichte und Gewichtssysteme.

Indes ist auf Grund dieser verdienstvollen Untersuchungen Babylonien als die ursprüngliche Heimat der antiken Gewichtssysteme wie überhaupt vieler alten Maßsysteme zu betrachten, und es ist interessant, daß die Babylonier bereits ihr Gewicht in ganz moderner Weise nach der Wassermenge eines gefüllten Hohlmaßes bestimmten[1]) und daß sich diese Gewichtsnormen durch fünf Jahrtausende hindurch fast unverändert erhalten haben.

Das Material der Gewichte war ein sehr verschiedenes. Gewichte aus Ton, Granit[2]), Alabaster und aus Metallen wie Bronze, Eisen, Erz und Legierungen sind vielfach erhalten.

Die Form der Gewichte war eine außerordentlich verschiedene. Sie haben oft die Gestalt einfacher geometrischer Körper; so kommen sie vor als langgestreckte Ovale, Ringe, Kegel, Pyramiden und Polyeder[3]). Ferner gab man ihnen die Gestalt von ganzen Tieren oder wenigstens Tierköpfen, Götter- und Kaiserbüsten und Köpfen u. s. f.

Da bei den Alten das Vieh (pecus, pecunia) als Wertmesser diente, ist es nicht ausgeschlossen, daß aus diesem Grunde den Gewichten Tierformen gegeben wurden; es mögen auch Symbole von Gottheiten sein, durch deren Verbindung mit dem Gewichte gleichsam die Genauigkeit desselben unter den Schutz der Gottheit gestellt und gewährleistet werden sollte.

Fast alle antiken Gewichte sind nach der Gewohnheit der Alten ihre Gebrauchsgegenstände künstlerisch zu gestalten von ihnen mit Bildern und Zeichen ausgestattet. Vielfach tragen sie auch Inschriften.

---

[1]) Vgl. F. Lehmann, Altbabyl. Maß und Gew., Zeitschr. f. Ethnol. S. 647. 1889. Gudea oder Dungi I. (etwa 2650 v. Chr.) setzte als Gewichtseinheit das Wassergewicht des Kubus vom Zehntel der doppelten Elle fest. Auf die Gewichte gleicher Volumina verschiedener Flüssigkeit ist schon im Altertum vielfach hingewiesen worden; wir werden bei den Besprechungen der arabischen Leistungen auf einige derselben zurückkommen, vor allem auch darauf, daß nicht nur Wasser sondern auch Wein als Normalflüssigkeit verwendet wurde. Vgl. F. Hultsch, Metrologie S. 112, 1882. Die eingehende Behandlung der Frage wäre in einer Geschichte der spez. Gewichte zu behandeln.

[2]) F. Ritschl, Antike Gewichtssteine, Jahrb. des Vereins von Altertfrdn. im Rheinland. Heft 41, S. 9—25. 1866.

[3]) S. oben. F. Lindemann, Zur Gesch. d. Polyeder u. Zahlzeichen.

Die Wage der Babylonier und Assyrier.

Soweit mir bekannt, finden sich auf den Denkmälern der Babylonier und Assyrer keine Abbildungen von Wagen. Dagegen sind uns zahlreiche Gewichte erhalten. Die Dimensionen der Wagen waren jedenfalls verschiedene, da die Gewichtsstücke innerhalb sehr weiter Grenzen sich bewegen, woraus auch auf die ausgiebige Benützung der Wage geschlossen werden muß. Von den babylonischen Königen meint *al Ja'qûbî*[1]), daß sie Hohlmaße und Wagen *(Mîzân)* herstellen ließen.

Die auf den Trümmerstätten der ältesten südbabylonischen und assyrischen Städte, der Heimat der babylonisch-assyrischen Kultur, gefundenen Gewichte[2]) tragen meist die Bezeichnung „so und soviele Minen des Königs“[3]), es sind also königliche, gesetzliche Gewichte.

Ihre Fundorte sind hauptsächlich die Ruinen königlicher Paläste und Tempel[4]), wo die Normalgewichte als heilige Gewichte deponiert waren.

Diese waren in der Regel aus Stein gefertigt[5]), während

---

[1]) *al Ja'qûbî* ed. *Houtsma* Historiae, Bd. 1, S. 92.

[2]) A. H. Layard hat aus den Trümmern Ninivehs 28 Gewichtsstücke, 15 eherne und 13 steinerne, in Löwen- und Entenform ausgegraben, die sich jetzt im britischen Museum in London befinden. Eine Anzahl davon ist im Museum des Louvre in Paris aufbewahrt. Das größte Stück (s. Fig. 1) ist das in dem Palaste von Khorsabad gefundene (jetzt im Louvre); es besteht aus Bronze, hat keine Aufschrift und wiegt 60,4 kg, das Gewicht des schweren, königlichen Talentes. Vgl. F. Hultsch, Griech. u. röm. Metrologie, Berlin 1882, S. 396.

[3]) Sie unterscheiden sich von den Minen des Landes. A. H. Layard: Discoveries in the ruins of Niniveh and Babylon, London 1853, S. 600.

[4]) Im gesamten Altertume wurden die Normalgewichte heilig gehalten, in Tempeln niedergelegt und von priesterlichen und staatlichen Beamten überwacht.

[5]) J. Oppert, L'étalon des mesures assyriennes, fixé par les textes cunéiformes. S. 76. Paris 1875,

die Gebrauchsgewichte aus Eisen und Legierungen hergestellt waren.

Drei sehr alte Steingewichte, von denen sich eines im Metropolitanmuseum in New York und ein anderes, das kleinste, im königlichen Museum in Berlin befindet, sind aus dunkelgrünem, basaltähnlichem Steine (Diorit) aus dem Lande Magan[1]) hergestellt und haben die Gestalt langgestreckter Ovale oder die bekannte Fäßchenform babylonischer und assyrischer Zylinder[2]). Diese Normalgewichte sind durchgehends sehr regelmäßig und sorgfältig gearbeitet und mit Weihesprüchen in babylonischer Keilschrift versehen.

Die beiden ovalen Gewichte weisen deutliche Bezeichnung der Gewichtseinheiten auf und tragen als Eichungsstempel den Namen eines priesterlichen Beamten.

Sie sollen nach dem Charakter ihrer Keilinschriften bis in die Zeit des ältesten Königs von Gesamtbabylonien, Gudea, zurückreichen, der um 3000 v. Chr. in Ur residierte. Das eine mit der Bezeichnung „$^1/_2$ Mine“ wiegt 244,8 g, das andere kleinere in der vorderasiatischen Sammlung des Berliner Museums 81,87 g ($^1/_6$ Mine).

Das dritte Gewicht in Fäßchenform mit glatten Seitenflächen wiegt 164,3 g ($^1/_3$ Mine). Es stammt aus der Zeit des Priesterfürsten Marduk (um 2350 v. Chr.)[3]).

Aus dem Vorhandensein dieser Gewichte, die aus Ton, Achat, Onyx, Erz und anderem harten Materiale in teilweise kunstvoller Form hergestellt waren, wie u. a. jene von Layard in Nimrud (Assyrien) gefundenen, welche eine Serie bronzener Löwen (s. Fig. 1)[4]) von Fußlänge bis herab zur Länge eines Zolles in schöner Ausführung bilden, sowie aus der Tatsache, daß in Babylonien ein reger Gold- und Silberbarrenverkehr herrschte, als dessen älteste Heimat dieses Land betrachtet

[1]) Nach F. Lehmann, (Vgl. S. 4, Anm. 4) S. 303 ist Magan Ägypten; doch trifft die Gleichung Magan = Ägypten nicht immer zu.

[2]) A. H. Layard, Niniveh und Babylon, Leipzig, S. 123, 460.

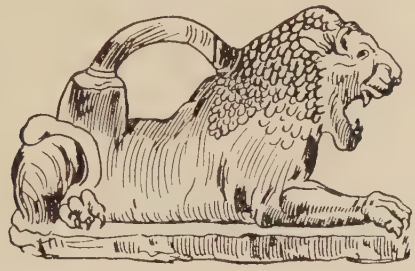
[3]) F. Lehmann, 8. Congrès internat. des oriental. 1889, Stockholm, S. 170—173, wo auch die Abbildungen der Gewichtsstücke gegeben sind.

[4]) A. H. Layard, Niniveh and its remains. New Edition. London 1873, S. 90. Vielfach hatten sie auch die Gestalt von Enten- oder Eberköpfen, von denen sich im Louvre in Paris eine größere Anzahl befindet.

wird[1]), geht hinlänglich hervor, daß die Babylonier schon vor 5000 Jahren gute Wagen haben mußten.

Ein speziell babylonisches Wort für „Wage“ ist zwar nicht belegt, doch kommt der Verbalstamm „wägen“ vor und das

Fig. 1.



Altbabylonisches Gewicht. Nach Layard.

sumerische, also nicht semitische Keilschriftideogramm dieses Stammes und seiner Ableitungen in der Form , die als Bild aufzufassen ist[2]).

---

[1]) Rich. Andree, Ethnographische Parallelen und Vergleiche S. 222. 1878, Nach F. Lenormant (La monnaie dans l'antiquité, tome I, S. 112, 1878) hatten dort die ringförmigen Barren von kleinem Gewicht massige, fast kugelförmige Gestaltung.

[2]) Herrn Professor Dr. von Bezold, Heidelberg, von dem diese liebenswürdige Mitteilung stammt, sage ich auch hier besten Dank.

Die Wage der Ägypter[1]).

Haben wir nach dem obigen über die Verwendung und die Typen der Wage bei den Babyloniern und Assyrern kaum Nachrichten, so sind uns zahlreiche Abbildungen derselben auf Denkmälern der alten Ägypter und in deren Schriften erhalten, welche über ihre älteste Gestalt Aufschluß geben. Das hieroglyphische Zeichen für fa = Wage, Last ist eine sitzende menschliche Figur, deren einer Arm an der Seite des Körpers herabhängt, während der andere gekrümmt ist und bis über den Kopf empor gehoben wird[2]).

Zunächst sind es religiöse Texte, in denen die Wage dargestellt ist, häufig findet sie sich auch auf Abbildungen von Tributabgaben und Listen der gemachten Beute.

Ganz besonders oft tritt uns die Wage in den Vignetten zum sogenannten Totenbuche entgegen, einer Sammlung von Gebeten und religiösen Formeln, deren sich der Verstorbene im Jenseits bedienen sollte.

Da zahlreichen Mumien ein solches Totenbuch oder wenigstens einige Teile desselben mitgegeben wurde, so ist es in vielen Exemplaren auf uns gekommen. Es war von Anfang des 2. Jahrtausends v. Chr. an in häufigem Gebrauche und hat seine Form in der langen Zeit mehrfach verändert, wenn auch der Grundstock bestehen blieb.

Der Text wurde zuerst von Lepsius nach einem sich jetzt in Turin befindlichen Papyrus, welcher aus der Ptolemäerzeit stammt,

---

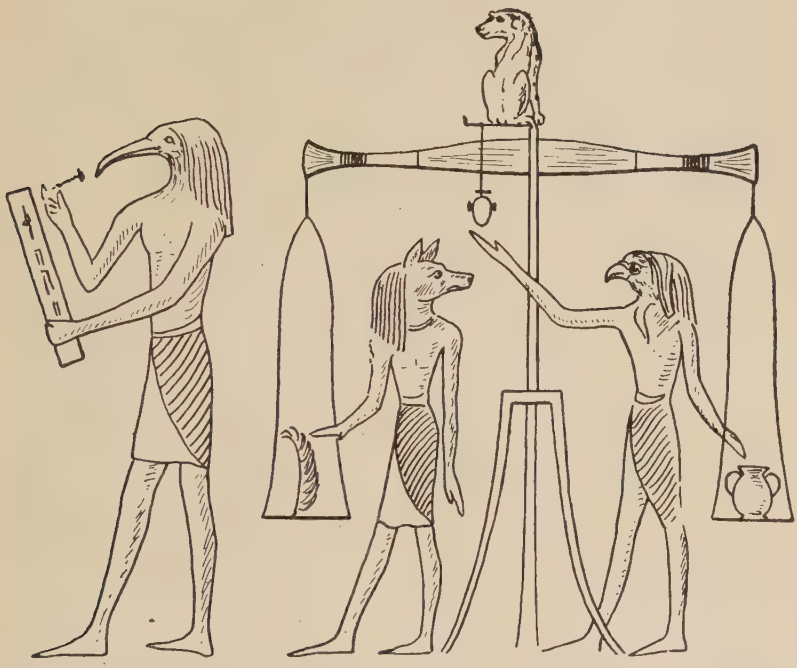
[1]) Wie mir bei der Korrektur Herr Prof. A. Wiedemann in Bonn mitteilt, ist soeben eine eingehende und reich illustrierte Arbeit über ägyptische Wagen erschienen von H. Ducros, Étude sur les balances égyptiennes in Annales du Service des antiquités d'Egypte IX. S. 32—53, die ich leider nicht mehr benutzen kann.

[2]) Vgl. A. Ermann, Grammatik S. 41 u. 105. 1894.

herausgegeben[1]) und von Gelehrten wie Birch[2]), Pierret[3]), u. a. übersetzt. Weit älter sind die von Budge, Renouf[4]), und Naville[5]) editierten und übersetzten, thebanischen Texte; sie stammen etwa aus dem Jahre 1500—1100 v. Chr.

Die uns interessierende Szene mit der Wage im Mittelfelde (s. Fig. 2) ist dem 125. Kapitel[6]) entnommen und stellt die

Fig. 2[7]).



Psychostasie oder das Gericht in der Amenti[8]) vor Osiris[9]), dem Herren der Amenti, dar. Hier werden die Handlungen

[1]) Ein Facsimile desselben ist im Besitze des Berliner Museums.

[2]) Birch, Egypt's place in universal history, London 1848—67.

[3]) Pierret, Le livre des morts, Paris 1882.

[4]) Renouf, Book of the dead, London 1893.

[5]) Naville, Berlin 1886.

[6]) Ed. Meyer: Geschichte des alten Agyptens, Berlin S. 258. 1887.

[7]) Aus Versehen ist der Kynokephale verzeichnet, er darf den Kopf nicht drehen, auch ist der Griffel des Thot nicht ganz richtig.

[8]) Westland und dann Totenreich; griechisch ἀμένθης.

[9]) In dem Text bei Ed. Meyer heißt er „Osiris, der da ist in der Amenti, der schöne (soll heißen große) Gott, der Herr von Abydos, der Herr der Ewigkeit, der Herrscher der Unendlichkeit".

der Seele des Verstorbenen während seines Lebens auf der Erde geprüft und abgewogen.

Ihre guten und bösen Handlungen werden gesondert in die verschiedenen Wagschalen der Wage der Amenti gelegt, die guten Werke, symbolisch angedeutet durch ein kleines Bild der Maâ oder ihr Symbol, die Straußenfeder, als Ideogramm der Gerechtigkeit und Wahrheit, kommen in die linke Schale; die bösen Werke befinden sich, wie durch die Henkelvase, das Symbol des Herzens, dargestellt ist, in der rechten Wagschale.

Die Wage, welche hier zur genaueren Prüfung und nachfolgenden Entscheidung über das Los der Seele dient, befindet sich vor den 42 Richtern und steht auf einem säulenartigen Gestell; über ihr hockt ein Hundsaffe, Kynokephale[1]; eine Erscheinungsform des Gottes Thot.

Die Wage selbst zeigt die einfache Form eines zweiarmigen Querbalkens, an dessen Enden zwei Wagschalen angehängt sind.

Der Wagebalken dreht sich wohl um eine Achse, die am Gestell angebracht ist; von dem oberen Teil des letzteren hängt ein Senkel herab, mittelst dessen die Ägypter die richtige Horizontierung des Wagbalkens kontrollierten und bei belasteter Wage bestimmten, welche Schale sank und demnach stärker belastet war[2]). Bei der Wage im Totenbuch steht neben der rechten Schale der Gott Horus mit dem Sperberkopf und prüft aufmerksam den Senkel der Wage. Zur Linken erblickt man den schakalköpfigen Anubis, den Gott des Einbalsamierens. Beider Amt war also die Handlungen der Seele zu wägen.

Vor der Wage steht hochaufgerichtet[3]) der ibisköpfige Gott der Weisheit, Thot, der Erfinder der Schrift und anderer Künste, und verzeichnet mit dem Schreibrohr das Resultat der Wägung auf einer kleinen Tafel[4]).

---

[1]) Der Affe war als heiliges Tier des Gottes Thot das Symbol der Gleichheit und Richtigkeit des Gewichtes.

[2]) Vgl. A. Wiedemann, Wiedem. Ann. Bd. 3, S. 320. 1878, wo nachgewiesen ist, daß die Ansicht Rodwells (Nature Bd. 9, S. 8. 1877), daß die Ägypter schon den Reiter kannten, irrig ist.

[3]) Zum Zeichen seiner Wichtigkeit als Leiter der ganzen Handlung.

[4]) Ed. Meyer: Geschichte des alten Ägyptens, S. 258/59. 1887. R. Lepsius, Denkm. III, 10a. Dieselbe Vignette findet sich in zahlreichen Exemplaren die alle ähnlich ausgeführt sind. Vgl. auch Naville: das thebanische Totenbuch I, Vignetten zu Kap. 125.

Aber nicht nur in religiösen, sondern auch in weltlichen Texten begegnet uns die Wage bei den Ägyptern.

Wagen ganz einfacher Konstruktion finden sich auch in dem Grabe 26 und 86 bei den Pyramiden von Gizeh[1]) abgebildet, die unter der V. Dynastie, etwa 3 Jahrtausende v. Chr., errichtet wurden.

Weitere Darstellungen von Wagen enthält ein Relief von Eileithyia, dem heutigen El Kâb, aus der Zeit der beginnenden 18. Dynastie (um die Mitte des 2. vorchristlichen Jahrtausends), wo auf einem der Felder dargestellt ist, wie der „Hüter der Wage“[2]), ein eigener Beamter des Schatzhauses[3]), Gold oder Silber in der bekannten Ringform abwiegt. Mehrere Leute, welche Ringe herbeigebracht haben, stehen wartend da, während der Vorsteher des Schatzhauses das Ergebnis der Wägung auf eine Tafel niederschreibt.

In den folgenden drei Abbildungen von altägyptischen Darstellungen auf thebanischen Denkmälern[4]) (s. Fig. 3, 4 u. 5) wird uns ebenfalls das Abwägen von Ringen und kreisförmigen Scheiben edler Metalle vor Augen geführt. Sie stammen aus der Epoche des Königs Thutmes III, der seiner energischen Schwester Ha-t-schepsut, welche etwa 21 Jahre lang die Geschicke Ägyptens lenkte, auf dem Herrscherthron gefolgt war, um das Jahr 1500 v. Chr.[5]).

Bei diesen und allen andern auf den ägyptischen Denkmälern dargestellten Wagen, die sämtlich gleicharmige Wagen mit zwei Schalen darstellen, treten uns folgende Teile entgegen:

1. Der Wagbalken, der in seiner ältesten Form wohl in der Mitte durchbohrt war und sich um einen in den Wagbaum

[1]) R. Lepsius, Denkmäler III. Bd., Abt. II, Bl. 13 u. 74.

[2]) Diesen Titel des Beamten entnehme ich Ad. Erman („Ägypten und ägypt. Leben im Altertum“, Tübingen Bd. 1, S. 160. 1885), wo von einem solchen „Hüter der Wage“ gesprochen wird. Auf dem Relief zu *El Kâb* hat der Beamte keinen Titel.

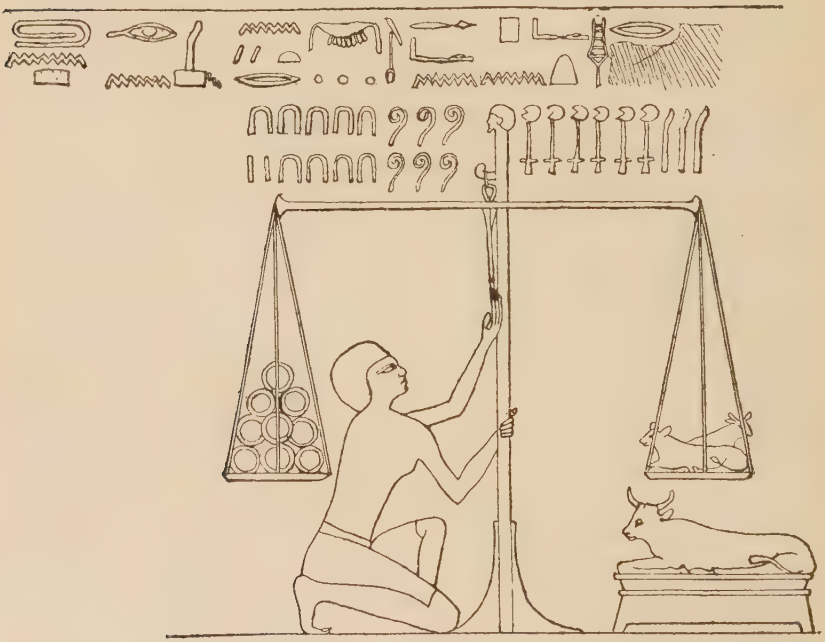
[3]) Ad. Erman: Ägypten und ägypt. Leben im Altertum, siehe oben S. 160.

[4]) Fig. 3 ist den berühmten Bildwerken des Terrassentempels der Königin *Ha-t-schepsut* (um 1500 v. Chr.) zu *Dêr-el-bahari* auf der Westseite von Theben entnommen. R. Lepsius, Denkm. Abt. 3, Bd. 5 Bl. 39 d. Fig. 4 vgl. daselbst 39 a.

[5]) Mit Hilfe astronomischer Berechnungen hat man die Regierung dieses Königs der 18. Dynastie vom 20. März 1503 bis 14. Februar 1449 festgesetzt; doch läßt sich die Richtigkeit dieser Angabe kaum beweisen.

eingeschlagenen Holzstift als horizontale Achse drehen konnte[1]) oder mittelst Papyrusschnüren am Ständer der Wage festgemacht wurde, wobei freilich nur eine wenig genaue Wägung möglich war, die aber späterhin durch Anbringung eines Ringes (s. Abb. 3 u. 4) zum Aufhängen der Wage zuverlässiger geworden ist.

Fig. 3.



Da uns keine ägyptische Wage im Original erhalten ist[2]), läßt sich über das Material, aus dem sie hergestellt waren, nichts Genaues sagen, doch ist anzunehmen, daß der Wagbalken wie der Wagbaum, an dem die Wage hing, aus Holz war, dem mehrere in Zwischenräumen angebrachte Metallringe Verzierung verliehen (s. Abb. 4).

---

[1]) Vgl. R. Lepsius, Denkm., Bd. III Abt. II, Bl. 13 u. 74 Abb. einer Wage aus der 5. Dynastie (2800 v. Chr.).

[2]) Auch im Departement of Egyptian and Assyrian Antiquities des Britischen Museums befindet sich keine Wage, wie mir durch eine gütige Notiz des Herrn Direktors E. A. W. Budge, dem ich hier ebenfalls bestens danke, mitgeteilt wurde.

Für größere Lasten und in den königlichen Schatzhäusern gab es wohl auch Wagen mit Wagebalken aus Bronze, wie aus noch vorhandenen ägytischen Gewichtsstücken und Maßstäben aus diesem Material geschlossen werden kann.

2. Die Wagschalen sind an drei oder vier starken Schnüren, vielleicht auch Ketten, an den beiden Enden des Wagbalkens aufgehängt und haben die Form flacher Teller und Schüsseln[1]).

Fig. 4.

Waren diese von Holz oder Stein, so mögen sie wohl an ihren Rändern mit Löchern versehen gewesen sein, durch welche die Schnüre liefen, die auf der unteren Seite dann einfach verknotet oder durch ein Querpflöckchen festgehalten wurden und so die Schale hielten.

Metallene Wagschalen waren wohl mittelst Haken an den Schnüren des Wagbalkens befestigt.

---

[1]) Vgl. Fig. 2, 3, 4 u. 5; ferner L. Griffith, Archaeological Survey of Egypt. *Beni Hasan*, part IV, Abb. einer ägyptischen, kolorierten Wage.

3. Der Senkel. An den oben aufgeführten einfacheren und älteren Wagen[1]) vermissen wir noch die Zunge, die eine bequemere und genauere Horizontierung des Wagbalkens gestattet wie der von den Ägyptern zu diesem Zwecke verwendete von dem Wagegestell herabhängende Senkel (s. Fig. 2).

Dagegen zeigen die Abbildungen späterer ägyptischer Wagen (s. Fig. 3, 4 u. 5) zweifelsohne eine Art von Zunge[2]), die in einem am Wagbalken selbst hängenden Lote besteht, das vor einem mit der Wage fest verbundenen mit der Spitze nach unten gerichteten Dreieck spielt. Ob dies immer der Fall ist oder ob manchmal eine starre Verbindung besteht, läßt sich nicht unterscheiden. In der obigen Konstruktion haben wir eine Art umgekehrter Setzwage[3]). Die Zunge unterschied sich also dadurch von der unserer jetzigen Wagen, daß sie oft nicht wie diese starr an dem Balken befestigt war, sondern wie ein Lot in der Mitte des Wagbalkens nach abwärts hing.

Die Schere, d. h. die Gabel, zwischen der die nach oben gerichtete Zunge spielt und in deren unterem Ende die Achse des Wagbalkens lagert, fehlt noch an allen ägyptischen Wagen. Ihr Aufhängepunkt befindet sich stets in der Mitte des Wagbalkens über dem Schwerpunkt desselben.

Ungleicharmige Wagen gab es im alten Ägypten, soweit mir bekannt, nicht.

Von ägyptischen Gewichten sind uns mehrere erhalten geblieben. Ein wohl justiertes Gewichtsstück aus der ehemaligen Sammlung des Engländers Harris stammt nach der hieroglyphischen Inschrift aus dem „Schatzhause“ in Theben[4]).

Wie die Babylonier liebten es auch die Ägypter ihren Gewichten Tiergestalt zu geben; mit Vorliebe formten sie dieselben in Gestalt eines liegenden Stieres und Kalbes (s. Abb. 3, 4 und 5).

---

[1]) Vgl. Abb. S. 13, Fig. 2; ebenso die kolorierte Wage bei Griffith, (s. S. 17, Anm. 1) und die Wagen bei Lepsius, Denkm., Bd. III, Abt. II. Bl. 13 u. 74.

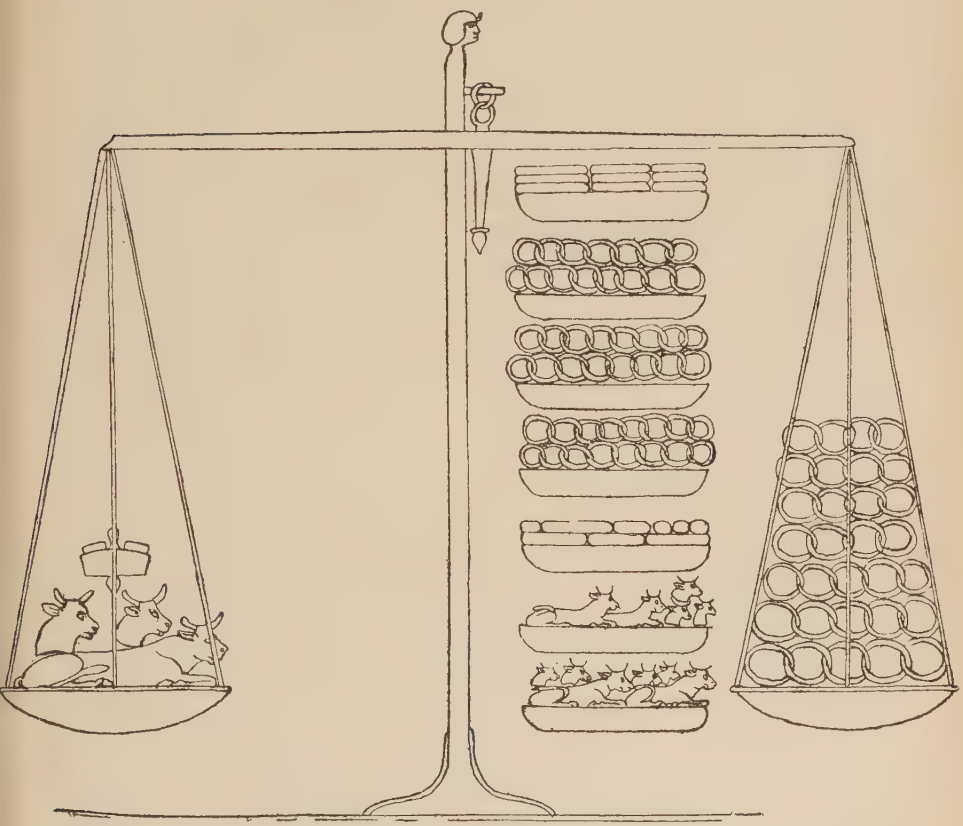
[2]) Ad. Erman: „Ägypten und ägypt. Leben, Tübingen 1885“, erwähnt Bd. 1, S. 160, „daß ein Hüter der Wage des Silberhauses sich rühmt, Einkünfte der Götter habe er nicht verringert und das Zünglein an der Wage habe er nicht gefälscht“.

[3]) Vgl. die *Murgîqal*. E. Wiedemann, Beiträge X, S. 317. 1906.

[4]) Es trägt die Aufschrift „5 Ket, Schatzkammer von On“ (Heliopolis) und wiegt 45,23 g.

Ferner finden sich häufig Gewichtsstücke in der Form eines liegenden Nilpferdes (s. Fig. 4), eines Stierkopfes[1]) sowie einer Scheibe, eines Ringes[2]) und Kegels mit abgerundeter Spitze, die wahrscheinlich je nach ihrer Größe mit dem Gewicht im Zusammenhange standen. So mußte wohl ein Nilpferd ein größeres Gewicht

Fig 5.



repräsentieren wie ein Stier, dieser ein größeres als ein Kalb und der Stierkopf war jedenfalls für kleinere Gewichtsstücke

[1]) Ein ägyptisches Steingewicht aus der Zeit Seti I (ca. 1300 v. Chr.) in Gestalt eines Stierkopfes im Museum zu Kairo (Katalog von Maspero Nr. 447) wiegt seiner Aufschrift zufolge 300 Deben (1 Deben = 87 bis 95 g).

[2]) Flinders Petrie hat in Kahun in Ägypten zahlreiche Gewichte aus Ton in Ringform ausgegraben. Fl. Petrie, Illahun, Kahun and Gurob 1889—90; London 1891.

vorgesehen, die nur Bruchteile der Gewichtseinheit darstellen sollten. Sie waren meistens aus Stein oder Ton und trugen auf ihrer Basisfläche einen Ring eingeprägt, das im alten Ägypten übliche Zeichen für Gewicht[1]).

Bei der Totenwage (s. Fig. 2) fungiert, wie erwähnt, die Straußenfeder, das Symbol der Göttin der Wahrheit und Gerechtigkeit Maā, Thots Gemahlin, selbst als Gewicht, da es sich hier nur um leichter oder schwerer handelt, während bei anderen Abbildungen größere Gewichtsstücke auftreten, welche wohl zur Repräsentation des Gewichtes selbst dienen; denn es soll in diesem Falle eine bestimmte Menge Gold oder Silber abgewogen werden, die einem bestimmten Gewichte entspricht.

Wie oben erwähnt, wollen wir auf das Gewichtssystem als solches nicht eingehen, bemerkt sei nur, daß die Ägypter, wie wir gesehen haben, Gewichtsstücke der verschiedensten Größe bis herab zur Länge eines Zolles hatten, die wenige Gramm wogen, mit welchen sie also ziemlich genaue Wägungen vorzunehmen im Stande waren, wie aus den Rezepten des Papyrus Ebers zu ersehen ist[2]), woraus sich wiederum schließen läßt, daß die ägyptischen Wagen bereits recht empfindlich waren und genaue Werte gaben.

---

[1]) Siehe Verzeichnis der mit Inschriften versehenen Gewichte bei L. Griffith, Proceedings of the Society of Biblical Arch., vol XIV, 1891—92. Ein solcher Ring befindet sich auch auf dem mit ägyptischer Inschrift versehenen, feinkörnigen Sandsteingewicht in der Sammlung des alten Akademiegebäudes in München, dessen interessanter Fundort eine Höhle des Püttlachtales in der nahen fränk. Schweiz ist. Es wiegt 100 g und ist wohl an 5000 Jahre alt. Vgl. F. Lindemann, Über einige prähistorische Gewichte aus deutsch. und ital. Mus., I. Sitzgsber. d. math. phys. Kl. d. k. b. Akad. d. Wiss., München, Bd. 29, S. 74. 1900, wo weiter darüber berichtet wird.

[2]) Das Medizinalgewicht, welches der Verfasser des Papyros Ebers seinen Rezepten als Einheit zugrunde legt, betrug nach F. Hultsch (Griech. u. röm. Metr. 1882, S. 374 u. 376) ungefähr 6 g und das kleinste Gewicht namens pek 0,71 g. Vgl. R. Lepsius, Abhandl. d. Berliner Akad., S. 41—43. 1871, und F. Chabas, Recherches sur les poids, mesures et monnaies des anc. Egypt., Paris S. 21, 38. 1876.

Die Wage der Juden.

Bei den Juden werden Gewichtsbestimmungen schon aus der ältesten Zeit ihrer Geschichte überliefert. Mehrfach sind solche im ersten und im zweiten Buche Mosis[1]) erwähnt. So wird berichtet, daß Abraham, der etwa 1900 v. Chr. gelebt haben soll, für die Höhle Machpela dem Ephron 400 Scheckel Silber zugewogen habe[2]) und Moses selbst gedenkt bereits mehrerer Arten von Gewichten[3]), und ermahnt die Juden gerechte Wage und gerechtes Gewicht zu führen[4]). Neben den vielfachen Erwähnungen in der Bibel, daß Edelmetalle und zwar hauptsächlich Silber dargewogen werden[5]), finden sich gelegentlich Gewichtsangaben von Spezereien[6]), so auch von Brot[7]) und von Absalons Haar, das 200 Scheckel wog nach dem königlichen Gewichte[8]).

Bei den Hebräern kommen als Namen für die Wage vor „*moznajim*“[9]), „*kaneh*“[10]) i. e. Schilfrohr oder Rohrstange und *peles*[11]) i. e. Festsetzung, Bestimmung, daher Wage.

---

[1]) 1. Mos. 23, 16; 2. Mos. 30, 13 u. 24; 2. Mos. 27, 29, 38.

[2]) 1. Mos. 23, 16.

[3]) 5. Mos. 25, 13, 14 u. 15.

[4]) 3. Mos. 19, 35 u. 36. „Gerechte Wage, gerechte Gewichtssteine, ein gerechtes Hin sei Euch!“ Das Hin war ein Hohlmaß von etwa $^1/_2$ l Inhalt; vgl. B. Zuckermann, Das jüd. Maßsystem, Breslau 1867, S. 49 ff.

[5]) 1. Mos. 23, 16; 2. Mos. 22, 17; 2. Sam. 18, 12; Jer. 32, 9.

[6]) 2. Mos. 30, 23 u. 24.

[7]) 7. Ez. 4, 10 u. 16.

[8]) 2. Sam. 14, 26. Da nach A. Levy (Gesch. der jüd. Münzen, Breslau 1862, S. 16) der königliche Schekel Silber 14,55 g, nach Nißen (siehe a. a. O. S. 860 u. 876) 14,4 g wiegt, so würde das Gewicht des Haares 2,91 kg bezw. 2,88 kg betragen haben, was sehr unwahrscheinlich ist, da das menschliche Haar kaum mehr als etwa 250 g wiegen dürfte. Vielleicht ist hier die hebräische Zahl durch Abschreiben verdorben. Vgl. F. Hultsch, Metrologie, Berlin S. 463. 1882.

[9]) Jer. 32, 10. 3. Mos. 19, 36. Hiob 6, 2 u. 31, 6; Spr. 11, 1; Ps. 62, 10 u. 20; 23 etc.; *moznajim* ist Dualform und bedeutet eigentlich zwei Wagschalen.

[10]) Jes. 46, 6.

[11]) Spr. 16, 11; Jes. 40, 12; Ps. 58, 3. Hierzu ist folgendes zu beachten.

Sicher ist *Moznajîm*, wie schon die Dualform zeigt, eine gewöhnliche gleicharmige Wage mit zwei Schalen.

Wie wir aus den Schilderungen ersehen, war die erste Art „*moznajim*“ (vollständig *mozne mischqâl* Wage zum Wägen) ganz den in Ägypten gebräuchlichen Wagen ähnlich. Sie hatte jedenfalls wie jene zwei gleiche Arme mit einem Henkel in der Mitte des Wagbalkens, mit dem sie beim Wägen an den Wagbaum[1]) aufgehängt oder an einer Schnur in der Hand gehalten wurde[2]).

Kleinere Wagen zum Wägen des Geldes pflegten nämlich die Israeliten zusammen mit den Gewichtssteinen und dem Gelde in einem Beutel im Gürtel mit sich zu tragen[3]).

Ob *Peles* bezw. *Kaneh* nur ein anderer Ausdruck für die gewöhnliche Wage ist oder die Schnellwage bedeutet, läßt sich aus den Bibelstellen, in denen das Wort vorkommt nicht feststellen. Meist übersetzt man aber das Wort mit Schnellwage und es ist in der Tat nicht unwahrscheinlich, daß auch die zweite Wageform bekannt war[4]).

Leider gestattet die in der Anmerkung mitgeteilte Stelle keinen sicheren Schluß, da offenbar der von Steinschneider übersetzte arabische Text verderbt war.

Die Konstruktion der Schnellwage hätte bereits die praktische Anwendung der Hebelgesetze in sich geschlossen, deren Formulierung indes den Juden wohl noch unbekannt geblieben ist.

Wahrscheinlich zu dem Vers 3 des Psalm 58, der lautet: „Ja im Herzen übt ihr Ungerechtigkeiten; eurer Hände Gewalttat wägt ihr dar im Lande“ gibt ein anonymer hebräischer Kommentator folgendes an: „Die Wage, Gewicht *(Peles)* ist nicht *Qarastûn* (s. w. u.), sondern ein Gewicht *Mischqol*, welches arabisch *Rummâna* heißt, das ist ein eiserner Stab, auf welchem Zeichen angebracht sind um das verschiedene Gewicht zu erkennen . . . man hängt den Gewichtstein, welcher bis 6 Litre wiegt, auf die als Zeichen dienende Punkte.“ Die Übersetzung ist von M. Steinschneider gegeben (Zeitschr. f. Math. u. Phys. Bd. 18, S. 336, 1873). Sachlich muß es aber wohl etwa heißen: „Diese Wage ist nicht *Qarastûn*; bei dieser findet Verwendung ein Gewicht, welches arabisch *Rummâna* heißt; sie ist ein eiserner Stab u. s. w.“

[1]) Ein transportables Balkengestell oder ein einfacher, fester Balken mit Aufhängevorrichtung.

[2]) Vgl. The Jewisch Encyclopedia, New-York and London 1901 etc. unter Wage.

[3]) 5. Mos. 25, 13; Spr. 16, 11; Jes. 46, 6; Mich. 6, 11.

[4]) In Gutte, Kurzes Bibellexikon S. 106 ist angegeben „die Geldwage *Peles*, der Tragbalken *Qanae*“.

Bemerkt sei, daß die Wage von den Israeliten wahrscheinlich auch zur Nivellierung von Flächen Landes, von Wegen u. s. w. verwendet wurde, wie aus verschiedenen Schriftstellen[1]) hervorgeht, in denen ein von *peles* abgeleitetes Zeitwort *palàs* in der Bedeutung von „gerade richten“ vorkommt[2]).

Daß die Hebräer zu den verschiedenen Zwecken z. B. für Wolle, Glas u. s. w. sich besonderer Wagen bedienten, ersehen wir aus dem Talmud (s. w. u.). —

Aus eben derselben Stelle geht hervor, daß mit der Wage eine Zunge und eine Schere verbunden war.

Nach den Vorschriften im Talmud sollten die Wagschalen aus Marmor hergestellt werden, ebenso sollten die Gewichtssteine nur von Kieselsteinen sein, nicht von Eisen, Blei oder anderen Metallen, die durch Abnützung wie durch Ansetzen von Rost ungenau würden[3]).

In der Regel waren denn auch die Gewichte der Hebräer Steine, wie aus dem für Gewichte gebrauchten hebräischen Worte *'abnè-zedeq* ([Gewichts]stein) nach zahlreichen Schriftstellen ersichtlich ist[4]). Indessen scheinen später doch Bleigewichte im Gebrauch gewesen zu sein[5]).

Auch über das Aufhängen der Wage werden im Talmud mehrere Bestimmungen getroffen[6]), die zeigen, daß sich die Israeliten zur Zeit der Entstehung dieses Sammelwerkes um das 2. vorchristliche Jahrhundert nicht nur verschiedener Wagen zu besonderen Zwecken bedienten, sondern bereits ihr Hauptaugenmerk auf die genaue Äquilibrierung derselben richteten,

---

[1]) Spr. 4, 26; 5, 21 etc.

[2]) Vgl. Ed. Aug. Riehm: Handwörterbuch des Bibl. Altert., Leipzig 1878, S. 482a. Ganz ebenso verwenden die Lateiner das Wort „librare“ und die Araber „*wazan*“ für wägen und nivellieren (Vgl. z. B. E. Wiedemann, Beiträge X, S. 316. 1906.

[3]) Vgl. J. Hamburger, Realienenzyklopädie f. Bibel u. Talmud, Neustrelitz, 1. Bd., 1875—83, S. 275.

[4]) 3. Mos. 19, 36; 5. Mos. 25, 13; 2. Sam. 14, 26; Mi. 6, 11; Spr. 11, 1; 16, 11 u. 20, 10 u. 23.

[5]) Zach. 5, 7 u. 8.

[6]) Ein Krämer muß seine Maße zweimal in der Woche auswischen, seine Gewichte einmal in der Woche abreiben und die Wage nach jedesmaligem Gebrauche auswischen. *Baba bathra* f. 89 a.

was sie offenbar auch veranlaßte ihre hierin praktisch gewonnenen Erfahrungen niederzulegen, wie folgt: „Die Zunge einer Wage (für Metalle) soll freischwebend in der Luft sein, (die Spitze) drei Handbreiten[1]) entfernt von der Zimmerdecke (und ebenso die Basis) drei Handbreiten hoch über dem Boden; der Balken und die Stricke (an welchen die Schalen hängen) sollen zusammen zwölf Handbreiten umfassen.“ Aus dieser Stelle ersieht man, daß die Zunge der hebräischen Wage nach oben gerichtet war und daher wahrscheinlich in einer Schere schweben mußte.

Eine Wage für Wolle und Glaswaren soll zwei Handbreiten von Decke und Boden entfernt hängen, Balken und Stricke zusammen sollen neun Handbreiten ausmachen. Die Wage des Krämers soll eine Handbreit entfernt von der Decke und vom Boden aufgehängt sein, Balken und Stricke zusammen neun Handbreiten betragen; die Goldwage soll drei Finger entfernt von Decke und Boden hängen“[2]); dies Maß des Balkens und der Stricke bleibt unbestimmt. Natürlich ist das Minimum der Entfernung von Decke oder Boden gemeint, damit die Wage frei balanzieren kann und Betrügereien des Verkäufers möglichst verhindert werden.

Die lange Zunge und die großen Dimensionen der hebräischen Wagen konnten zu ihrer Empfindlichkeit wesentlich beitragen.

In der deutschen Bibelübersetzung von Luther wird das griechische Wort *ῥοπή* der Septuaginta mit „Zünglein“ wiedergegeben[3]), in den modernen Bibelwerken wird es mit Scherflein oder Stäubchen[4]) übersetzt. Grimm bringt das Wort *ῥοπή* mit

---

[1]) B. Zuckermann (Das jüdische Maßsystem, Breslau 1867, S. 13) berechnet 1 Tafach = 1 Handbreite = 3,449 par. Zoll (= etwa 9,3 cm) 1 Fingerbreite = $^1/_4$ Handbreite (ca. 2,3 cm). Eine derartige genaue Bestimmung auf 3 Dezimalstellen ist wohl nicht zulässig, da obige Begriffe nicht scharf definiert werden können. Vgl. Fr. Kohlrausch, Lehrb. d. prakt. Physik, Leipzig 1905, S. 32

[2]) Vgl. R. Rabbinowitz, Legislation civile du Talmud, Bd., 4, S. 222. 1881.

[3]) Weisheit 11, 23; Septuaginta. Das Buch Weisheit gehört zu den deuterokanonischen, ist also im hebräischen Texte nicht vorhanden.

[4]) S. Kautzsch, Loch und Reischl u. a.

dem an einer anderen Stelle des alten Testamentes[1]) gleichen Inhalts vorkommenden hebräischen Worte »*sachaq*« in Verbindung, dessen Interpretation mit „Stäubchen" gesichert ist, da dieser in der Bibel nicht selten zu findende Ausdruck[2]) stets dieselbe Bedeutung nämlich von etwas Kleinem, Geringfügigem, Dünnem und Gewichtslosem hat.

Bei der oben angeführten Stelle[3]), wo von der Nichtigkeit der Welt Gott gegenüber gesprochen wird, ist nicht anzunehmen, daß vom Zünglein an der Wage die Rede ist[4]), da ein so wichtiger Teil dieses Instrumentes gewiß nicht als Analogon für das Unbedeutende, das Nichts dienen konnte.

Dagegen kann wohl angenommen werden, daß das in dem oben (S. 24) zitierten Texte aus dem Talmud[5]) vorkommende hebräische Wort »*nephesch*« i. e. Seele mit Zunge gegeben werden muß; denn die von dem Kommentator, dem Rabbi Raschi (1135—1204), beigefügte Erklärung, die hier von einem hohlen Eisen spricht, kann sich nur auf eine Schere beziehen, in welcher die Zunge spielt.

Ein im Talmud selbst an späterer Stelle[6]) auftretendes Wort *Grummi*[7]), welches einen mit Strichen und Linien versehenen Wagbalken zum Wägen von Metallen bedeutet, weist auf die römische Hebelwage hin, die um jene Zeit — der Text stammt aus dem zweiten, nachchristlichen Jahrhundert — von Rom her auch in Palästina Eingang gefunden haben wird.

Wie groß die Empfindlichkeit jüdischer Wagen bereits in biblischer Zeit war, erkennen wir aus der Existenz eines sehr kleinen, älteren Gewichtsstückes, der *Gerah*[8]) d. i. Bohne oder Korn, die den zwanzigsten Teil eines Schekels, also noch nicht ein Gramm, wog. Das kleinste hebräische Gewichtsstück, die *Peruta*, betrug sogar nur den 640. Teil des Schekels, also nur etwa 23 mg.

---

[1]) Jes. 40, 15.

[2]) In den Psalmen u. a

[3]) Weisheit 11, 23. Vgl. auch Jes. 40, 15.

[4]) Wenn sie auch dem Sinne der Stelle entsprechend bei unbelasteter Wage keinen Ausschlag gibt.

[5]) *Baba bathra* 89 a.

[6]) *Baba bathra* 89 b.

[7]) Vgl. das griechische Wort *γραμμαί*, Pl.

[8]) M. A. Levy, Gesch. der jüd. Münzen, Breslau 1862, S. 14 u. 15.

Über hebräische Maße und Gewichte hat ein Schriftsteller jüdischer Abkunft, der vermutlich um das Jahr 100 n. Chr. in Alexandria lebte, in seinem kurzen Traktat *περὶ μέτρων*[1]) wertvolle Angaben gemacht, aus denen die enge Verwandtschaft des hebräischen Hohlmaß- und Gewichtssystems mit dem phönikischen und daher babylonischen hervorgeht.

Auch Gewichtsstücke der Juden sind erhalten[2]).

---

[1]) F. Hultsch, Metrol. script. rel. Bd. 1, Leipzig 1864, XIV, 138, 161, 257; Bd. 2, Leipzig 1866, S. 144, 18—146.

[2]) Ein Gewichtsstück von 10 Schekel (Vogel aus Basalt) befindet sich im Brit. Mus. in London. J. Brandis (s. S. 7, Anm. 2) beschreibt S. 156 zwei hebräische Gewichtsstücke der Luynesschen Sammlung aus der Zeit von 151—30 v. Chr.

Wagen bei den Griechen.

Viel reichlicher als bei den bisher erwähnten Völkern fließen die Nachrichten über die Wage bei den Griechen und Römern sowie später bei den Arabern.

Zahlreiche bildliche Darstellungen und eingehende Beschreibungen gestatten uns von deren Wagen ein vollkommenes Bild zu machen. Ferner finden wir bei diesen Völkern theoretische Betrachtungen über den Hebel, den Schwerpunkt und die Wage.

Schon Homer erwähnt die Wage und ihren Gebrauch, wie wir oben sahen, als etwas ganz Bekanntes[1]).

Ebenso finden sich Stellen über die Wage bei den Tragikern Aeschylos[2]), Sophokles[3]) und Euripides[4]), sowie bei Aristophanes[5]), Herodot[6]), Demosthenes[7]), Plato[8]), Plutarch[9]), Polybius[10]), Empedokles[11]) u. a., aus welchen freilich nichts Näheres über die Wage selbst zu entnehmen ist.

Viele Ausdrücke, welche von der Wage und vom Wägen hergenommen in übertragener Bedeutung von den griechischen Klassikern[12]) verwendet werden, bestätigen diese Annahme; denn wenn ein Wort in dieser Weise benützt wird, pflegt es schon lange zu existieren und im Volke bekannt zu sein und daher natürlich auch der Gegenstand, den es bezeichnet.

---

[1]) Siehe S. 6, Anm. 4; ferner: Il. 9, 122 u. 264; 18, 507; 23, 269, 614 u. 751; Od. 4, 129; 8, 393; 9, 202; 24, 274, wo überall von Gold als zugewogenem Metalle die Rede ist.

[2]) Aeschylos, Die Schutzflehenden 822. Die Perser 346.

[3]) Sophokles, Fragm. 379.

[4]) Euripides, Bachantinnen 810. Phönizierinnen 544.

[5]) Aristophanes, Die Frösche 797, 1365, 1407.

[6]) Herodot 2, 65.

[7]) Demosthenes Reden 18, 298; 25, 46.

[8]) Platon Prot. 356, Tim. 636.

[9]) Plutarch De fort. Rom; Cam. 29.

[10]) Polybius X, 27, 12.

[11]) Empedokles adv. log. 1, 27 u. 442.

[12]) Pollux 9, 53. Athenaeus 204a. Aeschylos, Agam. 437. Diodorus Sic. 11, 22. Plutarch Symp. 5, 7, Synesius 1 (App. 92) etc.

Auch sind uns aus der griechischen Literatur mehrere metrologische Schriften teils selbst, teils deren Titel erhalten. Die der Zeit nach älteste ist vermutlich das kleine, zuerst von Montfaucon in den Analekten der Benediktiner veröffentlichte Schriftstück *περὶ μέτρων καὶ σταθμῶν καὶ τῶν δηλούντων αὐτὰ σημάτων*, welches noch vor Nero geschrieben wurde[1]). Wenig später (Ende des 1. Jahrhunderts n. Chr.) ist die Handschrift eines unbekannten Alexandriners mit dem Titel *περὶ ταλάντων* auch *περὶ μέτρων καὶ σταθμῶν ὀνομασίας*[2]). Galen[3]) erwähnt mehrfach „*οἱ περὶ τῶν σταθμῶν καὶ μέτρων γράψαντες*“, ebenso Lydos[4]) eine Schrift des Dardanios *περὶ σταθμῶν* und der Lexikograph Suidas zitiert unter *τάλαντον* den Philosophen Diodoros[5]) als den Verfasser einer metrologischen Abhandlung. Eine größere Sammlung metrologischer Fragmente findet sich am Schlusse der Werke Galens angehängt, deren einzelne Titel Hultsch[6]) angibt. Endlich hat auch der Bischof von Konstantia auf Kypros, Epiphanios im J. 392 n. Chr. eine Schrift *περὶ μέτρων καὶ σταθμῶν* verfaßt, ebenso der Bischof von Kaisareia in Palästina, Eusebios, und der hl. Maximus[7]). Aus den Texten geht hervor, daß hier *μέτροί καὶ σταθμοί* stets mit „Maße und Gewichte“ und nicht „Maße und Wagen“ zu übersetzen ist.

Hier seien auch gleich einige lateinische Spezialwerke über Metrologie erwähnt. Metrologische Bruchstücke finden sich in den Schriften von Columella, Balbus (um 100 n. Chr.) Frontinus und Hyginus, sowie von Volusius Maecianus (etwa 150 n. Chr.) und Priscianus in seiner Schrift de Figuris numerorum. Ferner

---

[1]) Vgl. F. Hultsch, Griech. u. röm. Metrologie, Berlin 1882, S. 7 u. 8.

[2]) F. Hultsch, (s. oben) S. 9. Das Traktat schließt sich einigen Handschriften des Heron und Didymos von Alexandria an, der ebenfalls eine metrologische Schrift *μέτρα μαρμάρων καὶ παντοίων ξύλων* (um 150 v. Chr.) verfaßte.

[3]) Galen Bd. 13 u. 19. De compos. med. gen. 5 p 789.

[4]) Lydos, De mensibus 4, 9. F. Hultsch, Metrol. script. Bd. 2, S. 22, 1866. Dardanios schrieb unter dem Kaiser Constantin oder etwas später, benützte jedoch gute Quellen.

[5]) Diodoros schrieb am Ende des vierten oder zu Anfang des fünften Jahrhunderts ebenfalls ein Traktat *περὶ σταθμῶν*.

[6]) F. Hultsch, Metrol. (s. oben) S. 11.

[7]) Ebenda S. 12.

ist hier zu nennen das Liber de asse und mehrere Angaben über Gewichte und Maße von Varro und Plinius[1]).

Von ganz besonderem Interesse ist für uns das „Carmen de ponderibus", welches von Wernsdorf[2]) herausgegeben und bei Fr. Hultsch[3]) abgedruckt ist, auf das etwas genauer eingegangen werden soll. Es enthält in gewandten Hexametern und ziemlich reiner Sprache die genaue Beschreibung der einzelnen Gewichte und Maße, die Bestimmung des Gewichtes in Flüssigkeiten mittelst des Areometers[4]) und der hydrostatischen Wage und zuletzt eine Anleitung zur Erkenntnis der Mischungsverhältnisse des Goldes und Silbers. Das sinnreiche Verfahren, welches Archimedes zur Bestimmung der Echtheit von Hierons Krone anwendete, ist dort genau beschrieben[5]) und der Vers 138 „impones libras, neutra ut praeponderet" läßt sogar auf ein Laufgewicht schließen, wie es die weiter unten beschriebene pompejanische Wage aufweist und eine mit „Hydrostatische Wage des Archimedes" bezeichnete Abbildung in dem Werke des bei den Arabern zu behandelnden Physikers Châzinî tatsächlich zeigt.

Die Handschrift besteht aus 163 Versen, die durch ein in Wien befindliches Manuskript aus dem 8. oder 9. Jahrhundert bis auf 208 Verse ergänzt ist. Sie wurde dem Rhemnius Fannius Palaemon (30 n. Chr.) zugeschrieben, während neuere Philologen den Priscianus (6. Jahrh. n. Chr.) als Verfasser bezeichnen[6]). Da es sich aber durch Sprache und Form von Priscians Schriften sehr unterscheidet, hält es Christ[7]) nicht

---

[1]) F. Hultsch (a. a. O.) Metrol. S. 12.

[2]) Wernsdorf, Poetae latini minores, Altenburg 1786.

[3]) Fr. Hultsch, Metrologicorum scriptorum reliquiae, Leipz. 1866. Bd. 2, S. 88—99.

[4]) Die Erfindung des Areometers wurde lange Zeit der unglücklichen Hypatia (415 n. Chr.) zugeschrieben. Der verbreiteten Ansicht, daß Archimedes das Areometer erfunden habe, tritt E. Gerland (Wiedemann Ann. Neue Folge Bd. 1, 1877, S. 150—157) entgegen. Nach ihm wurde es im 4. Jahrhundert n. Chr. und zwar zunächst zu medizinischen Zwecken konstruiert.

[5]) F. Hultsch (s. oben Anm. 3) S. 96. M. Berthelot (Histoire des sciences. La chimie au moyen âge. 1893, Bd. 1, S. 172) hat die Stelle übersetzt.

[6]) Vgl. Felix Bähr, Geschichte der röm. Lit. 1844, Bd. 1, S. 534 u. E. Gerland, Zur Geschichte der Erfindung des Aräometers, Wiedem. Ann. N. F. Bd. 1. 1877, S. 154.

[7]) W. Christ, Rhein. Mus. N. F. Bd. 20, S. 64.

für das Werk des Grammatikers, sondern einer früheren Zeit angehörig; es sei nicht über das 3. Jahrhundert hinauf, jedoch noch vor Konstantin zu setzen[1]). Von philologischer befreundeter Seite wird Herrn Professor Wiedemann mitgeteilt, daß das Gedicht jedenfalls älter als Priscianus ist, es ist spätestens in das 5. Jahrhundert n. Chr. zu setzen. Als Verfasser wird von einem Teil der Handschriften überliefert Remius Favinus; doch sieht man beide Namen als verderbt und verstümmelt an aus Remmius Flavianus von dem aber nichts Näheres bekannt zu sein scheint[2]). Sicher dürfte indessen die Verwendung der hydrostatischen Wage wie auch des Areometers[3]) zu spezifischen Gewichtsbestimmungen in den letzten Zeiten des römischen Kaiserreiches als erwiesen gelten.

Wie aus dem obigen hervorgeht, benützten die Römer als hydrostatische Wage wahrscheinlich eine gleicharmige Wage mit Laufgewicht nach der Art der in Pompeji ausgegrabenen. (S. weiter unten.)

Zunächst möge kurz auf die Leistungen der Griechen in der Theorie des Hebels, des Schwerpunktes und des Gleichgewichtes hingewiesen werden. Für das Übrige sei auf Duhem verwiesen[4]).

Die älteste Theorie des Gleichgewichtes am gleicharmigen Hebel und damit der gleicharmigen Wage, die uns überliefert ist, hat wohl ein Gelehrter aus der Schule von Aristoteles[5]) in den *μηχανικὰ προβλήματα* entwickelt[6]); die theoretischen Schlüsse gehen stets auf die Kreisbewegung zurück.

---

[1]) Nach H. Keil (Opp. min. Prisciani S. 402) entstand die irrtümliche Auffassung, welche dem Priscian das carmen de ponderibus zuschreibt dadurch, daß diese Verse in den Handschriften mit den kleinen Schriften des Priscianus verbunden sind.

[2]) E. Wiedemann, Unterrichtsbl. f. Math. u. Naturw. 12 Nr. 4—6, S. 14. 1906.

[3]) Vgl. S. 29, Anm. 4. Des Ausdruck spezifisch schwer „aequa gravia in specie" kommt wohl hier zum ersten Male vor.

[4]) A. a. O. P. Duhem (S. 1, Anm. 2).

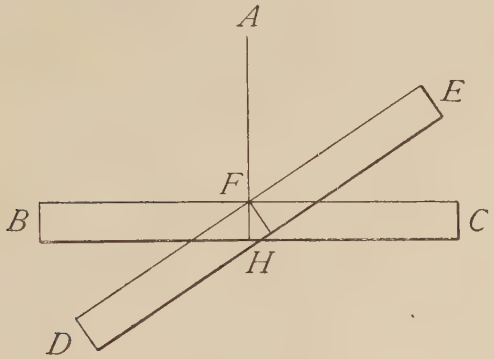
[5]) Diese Schrift wird auch Aristoteles selbst zugeschrieben. Vgl. jedoch E. Wiedemann, Das Experiment im Altertum. Unterrichtsbl. f. Math. u. Naturw., 12, Nr. 4—6. 1906.

[6]) E. Gerland u. F. Traumüller, Geschichte der physikal. Experimentierkunst, Lpz. 1899, S. 21 u. P. Duhem, Les origines de la Statique,

Er schließt aus seinen Beobachtungen über die Stabilität einer Wage wie folgt:

Das Rechteck B C (s. Fig. 6) sei ein vertikaler Längs-

Fig. 6.



schnitt durch den Aufhängepunkt F eines prismatischen Wagbalkens. Ist die linke Seite des Balkens (D) wie in Figur 6 gesenkt, so ist der Teil (E) des Rechteckes auf der rechten Seite des Lotes von A H größer und daher schwerer als die Partie links desselben; der rechte Wagbalken wird also so lange sinken bis Ausgleich herrscht, nämlich bis er wieder seine frühere horizontale Lage angenommen hat.

Das Gegenteil, sagt der Verfasser, findet statt, wenn der Wagbalken unten in F gestützt ist (s. Fig. 7).

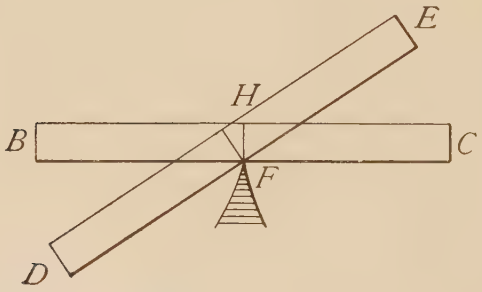
Jetzt wird nämlich der abwärtsgehende Teil D des Balkens auf der linken Seite des Lotes F H größer und sein Übergewicht bewirkt, daß der Wagbalken in dieser indifferenten Gleichgewichtslage verharrt.

Wenn der Verfasser übersieht, daß sich in letzterem Falle entsprechend der labilen Gleichgewichtslage der Wagbalken vertikal einstellen würde, dürfte dies wohl mehr auf Rechnung der von ihm zu seinen Experimenten benützten unzulänglichen Modelle als auf die Genauigkeit seiner Beobachtungen zu setzen sein.

Paris 1905, S. 111; vgl. hierzu auch die sehr eingehenden Ausführungen in A. Heller, Geschichte der Physik Bd. 1, S. 62 ff. Stuttgart 1882, wo zahlreiche Literatur und eine gerechte Würdigung des Wertes der Schrift sich findet.

Für die Konstruktion richtig zeigender, gleicharmiger Wagen ist die Frage nach den Stabilitätsgesetzen, zu deren Erforschung ein Schüler von Aristoteles durch obige Betrachtungen den ersten Anstoß gegeben hat, von größter Wichtigkeit, hat doch ihr Studium in der Folgezeit nicht nur zur Aufstellung der theoretischen Gesetze, sondern auch zur praktischen Verwertung der-

Fig. 7.



selben durch die Herstellung bereits ziemlich empfindlicher Wagen geführt.

Der Autor weiß nämlich, daß längere Wagbalken eine genauere Wägung zulassen als kürzere und seine folgenden Sätze über den ungleicharmigen Hebel blieben wohl nicht ohne Einfluß auf die Aufstellung der Theorie der Hebelgesetze durch Archimedes, deren Beobachtung wiederum eine Verbesserung der jedenfalls schon vorher erfundenen römischen Hebel- oder Schnellwage herbeigeführt haben dürfte.

Denn der Verfasser sagt ganz richtig: Mit einem größeren Hebelarm kann man ein größeres Gewicht heben, weil der größere Hebelarm sich stärker bewegt. Je weiter also ein Gewicht vom Mittelpunkte absteht, desto schneller bewegt es den Wagbalken, während Gewichte in kürzerer Entfernung einen geringeren Ausschlag bewirken.

Außer Aristoteles bezw. seinen Schülern und Kommentatoren haben sich u. a. Euklid, Archimedes, Ktesibios, Philon, Heron, Pappus u. s. w. viel mit Problemen der Mechanik beschäftigt.

Bei den Griechen findet sich kein Werk Euklids über die Wage erwähnt, auch die arabischen Bibliographen schreiben ihm

kein solches zu (vgl. M. Steinschneider Z. D. M. G. Bd. 50, S. 172. 1896). Dagegen hat F. Wöpcke in der Pariser Nationalbibliothek (Katalog von Slane Nr. 2457, 3, S. 431) eine Handschrift aus dem Jahre 385 d. H. (970 n. Chr.), mit dem Titel „Abhandlung von Euklid über die Wage (*Mizân*)“ gefunden und arabisch und in französischer Übersetzung publiziert[1]).

Die Schrift besteht aus vier Lehrsätzen, denen eine Definition über das Gewicht als Maß der Schwere und zwei Axiome vorausgehen und behandelt die Gesetze des ungleicharmigen Hebels und die Lehre der statischen Momente. Wir geben eine Übersetzung der Definition, der Axiome und der Propositionen, aber nicht der Beweise.

Definition[2]). Das Gewicht (*Wazn*) ist das Maß der Schwere (*Ṯiql*) und der Leichtigkeit, der einen im Verhältnis zur anderen, bestimmt mittelst der Wage.

Axiom 1. Sind zwei gleiche Lasten an den beiden Enden eines geraden Balkens (*ʿAmûd*) aufgehängt, der eine gleichmäßige Dicke hat und ist der Balken seinerseits an einer Achse (*Miḥwar*)[3]) in der Mitte zwischen den beiden Lasten aufgehängt, so ist der Balken parallel zur Horizontalebene.

Axiom 2. Es seien zwei gleiche oder verschiedene Lasten an den beiden Enden eines Balkens aufgehängt, der seinerseits an einer Axe aufgehängt ist, so daß die beiden Lasten den Balken parallel zum Horizont erhalten; läßt man dann die eine Last an ihrer Stelle am Ende des Balkens und zieht von dem anderen Ende des Balkens aus eine Gerade, die mit diesem einen rechten Winkel bildet, nach einer beliebigen Seite und hängt man die andere Last an irgend eine Stelle dieser Geraden auf, so ist der Balken wie vorher parallel zur Horizontalebene.

Deshalb ändert sich das Gewicht (*Wazn*) nicht, wenn man die Schnüre (*Chait*) auf der einen Seite der Wage verkürzt und auf der anderen verlängert.

---

[1]) F. Woepcke, Journ. asiat., 4. Serie, Bd. 18, S. 217. 1851.

[2]) Die Einteilung in Definition, Axiome, Propositionen ist nicht im arabischen Text angegeben, sondern von Wöpcke eingeführt. Hier wie später wird das arabische g mit g, ṯ mit *ϑ* transscribiert, während Wöpcke c und t nimmt.

Der Araber unterscheidet zwischen *Ṯiql* das Schwere, die Last und *Wazn* das Gewicht. Wir werden gewöhnlich *Ṯiql* mit Last bezw. Schwere übersetzen. *Ṯiql* wird aber auch als Schwere im Gegensatz zu Leichtigkeit benutzt.

In Bezug auf die Definitionen verweist Wöpcke auf die Bemerkungen von Eutokius zu den Definitionen von ὁροι (Archimedis opera omnia ed. Heiberg Bd. 3, S. 306/307).

[3]) *Miḥwar* bedeutet später auch einen Unterstützungspunkt, um den sich das System drehen kann.

Proposition 1. (Fig. 8a.) Nach diesen Festsetzungen sei die Linie a b der Balken einer Wage, g der Unterstützungspunkt, Drehpunkt (Achse *Miḥwar*). Wir ziehen g e senkrecht zu a b und verlängern sie bis zum Punkt d, machen g d = g e und ergänzen das Quadrat[1]) g h, indem wir Parallelen ziehen. In a, h und e bringen wir gleiche Lasten an, dann sage ich, daß diese drei Lasten die Linien a b und e d parallel zum Horizont halten.

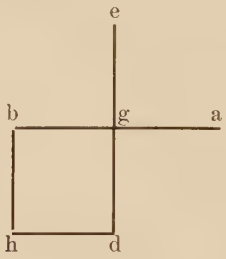


Fig. 8a.

Proposition 2. (Fig. 8b.) Teilt man eine Linie ϑ h in zwei gleiche Teile im Punkt g, der der Drehpunkt ist, bringen wir am einen Ende, nämlich h, eine Last an, machen wir g z und ϑ w einander gleich und hängen wir zwei Lasten, die der Last h gleich sind, in den Punkten z und w auf, so erhalten die drei Lasten die Linie ϑ h parallel zum Horizont.

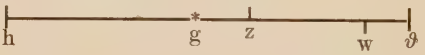


Fig. 8b.

In analoger Weise beweisen wir, daß wenn man die im Punkt z angebrachte Last gegen w um eine gewisse Größe bewegt und die Last, die im Punkt w angebracht ist, sich um dieselbe Größe dem Drehpunkt nähert, die Linie d h im Gleichgewicht und parallel zur Horizontalebene bleibt.

Proposition 3[2]). (Fig. 8c.) Wir nehmen an a b sei der Balken einer Wage, wir halbieren ihn in g, wir machen g zum Drehpunkt und teilen a g in eine beliebige Anzahl (sagen wir fünf) von gleichen Teilen, in den Punkten z, w, e, d und g b in entsprechende Größen in den Punkten ϑ, h, l... Aus dem vorigen geht hervor, daß, wenn man in d, z, b drei gleich große Lasten anbringt, sie die Linie a b parallel zum Horizont erhalten. Der Überschuß der Linie g b über d g, infolgedessen die Last b die Last d in die Höhe zieht (*ragaḥ*), nämlich ϑ b, ist gleich z g an Länge, es ist also offenbar z g das Äquivalent (*mukâfi*) von ϑ b in der Kraft der Schwere (*Quwwat al Ṯiql*). In analoger Weise zeigen wir, daß alle Teile, die man auf der Linie g b nimmt und die gleiche Länge haben, die gleiche Kraft der Schwere besitzen.

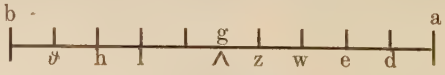


Fig. 8c.

[1]) Es kann auch ein Rechteck sein.

[2]) Dies ist weniger eine Proposition, als vielmehr eine Art Definition.

Proposition 4. (Fig. 8d.) Nimmt man den Balken einer Wage (ab), teilt man ihn in zwei ungleiche Teile, ist der Drehpunkt im Teilungspunkt, nimmt man zwei Lasten, wobei das Verhältnis der einen zur anderen gleich dem Verhältnis der beiden Teile des Balkens ist, hängt man das leichtere der beiden Lasten an dem Ende des längeren Teiles und das schwerere der beiden Lasten an dem Ende des kürzeren Teiles auf, so wird der Balken im Gleichgewicht und parallel zur Horizontalebene bleiben.

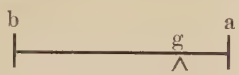


Fig. 8d.

Es sei der Balken ab in g in zwei ungleiche Teile geteilt und man habe an a und b zwei Gewichte gehängt, und das Gewicht a verhalte sich zu dem Gewicht b wie gb : ga. Ich sage, daß die Gewichte a und b den Balken ab parallel dem Horizont erhalten.

Die Abhandlung schließt mit den Worten des Abschreibers:

Vollendet ist die Abhandlung Euklids und ich habe in einer anderen Abschrift die Abhandlung den *Benû Mûsà*[1]) zugeschrieben gefunden; ich habe mit der Abschrift von *Abu'l Ḥusain al Ṣûfî*[2]) verglichen.

Nach Wöpckes Ansicht ist der Verfasser unserer Abhandlung wirklich Euklid, während M. Curtze[3]) sie den *Benû Mûsà* zuschreibt, eine Ansicht, der auch L. Heiberg[4]) sich anschließt. Sie soll deren nicht mehr erhaltenen Werk über den *Qarasṭûn* (die Schnellwage s. w. u.) entsprechen. Das später genauer zu besprechende Werk über den *Qarasṭûn* von *Ṯâbit Ibn Qurra*, der ihr Schüler war, wäre nach Curtze nur eine weitere Ausführung der Lehren, die diese entwickelt hatten. Eigentümlich ist freilich, daß *Ṯâbit Ibn Qurra* in seiner Schrift die *Benû Mûsà* nicht erwähnt, was doch sonst oft bei den Arabern, wenn sie eines andern Schrift benutzen, geschieht. So sagt *Ibn al Haiṯam* in seiner Schrift über die Umdrehungsparaboloide: „Für jeden, der eine Rede hält oder eine Schrift verfaßt, existiert einer, der ihn [dazu] bewegt; es

[1]) Über die *Benû Mûsà* vgl. H. Suter, Nr. 43, S. 20, Nachträge; E. Wiedemann, Beiträge VI, S. 6; X, S. 341.

[2]) Der große Astronom *'Abd al Raḥmân Ibn 'Omar Abu'l Ḥusain al Ṣûfî* (Suter Nr. 138, S. 62) lebte von 903—986. Die in seinem Besitze befindliche Euklid-Abschrift war also nicht viel älter als die von Wöpcke benutzte.

[3]) M. Curtze, Schlömilch, Zeitschr. f. Math. u. Phys. 19, S. 262. 1874.

[4]) L. Heiberg, Literaturgeschichtl. Studien über Euklid S. 10, Lpz. 1882.

ist der, der ihn bewegt zu der Rede, die er hält und zu der Schrift, die er verfaßt"; dann gibt *Ibn al Haitam* seine Vorgänger an.

Neuerdings behauptet P. Duhem[1]), daß man in dieser Abhandlung auf Grund der Anordnung und Benennung der verschiedenen den Figuren beigegebenen Buchstaben[2]) das Werk eines guten griechischen Geometers, nämlich Euklids, zu erblicken habe.

Noch eine andere dem Euklid zugeschriebene Schrift „über das Schwere und Leichte", die sich mit mechanischen Problemen befaßt, ist uns durch Vermittelung der Araber erhalten. Mit der Schrift über die Wage hängt ihr Inhalt nicht zusammen, da von dem Hebel nicht die Rede ist; dagegen spielen die in ihr entwickelten Grundbegriffe auch bei der vorigen Schrift eine Rolle.

Eine lateinische Übersetzung hat Herwagen (Herwagius) in der Ausgabe der Werke Euklids 1537 zu Basel gegeben[3]) unter dem Titel: Euclidis de levi et ponderoso fragmentum. Eine lateinische Handschrift dieses Traktates entdeckte M. Curtze in einem Dresdener Manuskript[4]), dessen genauer Titel lautet: Liber Euclidis de gravi et levi et de comparatione corporum ad invicem; es zeigt ganz das Verfahren Euklids mitDefinitionen und Theoremen. Nach der Ansicht von M. Curtze hat man es

---

[1]) P. Duhem, Les origines de la statique, Bd. 1, S. 64. Paris 1905.

[2]) F. Hultsch hat die Beobachtung gemacht, daß die arabischen Abhandlungen, die aus dem Griechischen übersetzt wurden, den Stempel ihres Originals in der Folge der Buchstaben tragen. (Vgl. M. Cantor, Geschichte der Mathematik, 3. Aufl., S. 724.) Für die Übersetzungen griechischer Werke, die durch das Arabische gegangen sind, ist nämlich die Buchstabenfolge: a, b, g, d, e, z, h, t charakteristisch, entsprechend der Ordnung des griechischen Alphabets α, β, γ, δ, ε, ζ, η, ϑ. Indes findet sich dieselbe Reihenfolge bei sehr vielen arabischen Figuren, die Prof. Wiedemann nachgesehen hat, so auch bei denen in *'Omar al Chajjâmîs* Algebra. Möglich, daß diese Reihenfolge sich auf Grund der alten Euklidübersetzungen ausgebildet hat. Es können aber auch andere Umstände mitgespielt haben, so, daß der zweite und dritte Buchstabe des arabischen Alphabets t und ṯ sich von b nur durch diakritische Punkte unterscheidet. Im Arabischen kommt nach d das stumme h, das als Zahl = 5 ist u. s. f.

[3]) Nach der Handschrift F. II. 33 der Bibliothek zu Basel. In das Französische übersetzt von Forcadel, Paris 1565; ferner von Gregory in Oxford 1747 publiziert.

[4]) M. Curtze, Bibl. Math. Bd. 1, S. 51. 1900.

bei Herwagen's Text mit einer Übersetzung aus dem Griechischen, im Dresdener Manuskript mit einer solchen aus dem Arabischen zu tun.

Herr Professor E. Wiedemann teilt mir mit, daß sich in drei arabischen Manuskripten: India Office Katalog von Loth S. 217, Nr. 744, Berlin (Katalog von Ahlwardt Bd. 5, S. 353, Nr. 6014) und einem Abschnitt in der Wage der Weisheit[1]) von *al Châzinî* der arabische Text der Schrift über das Schwere und Leichte *Fî'l Ṯiql wa'l Ḫaffa* findet: Der Titel in den beiden ersten Handschriften lautet: Werk des Euklid über die Schwere und Leichtigkeit der Körper und das Verhältnis *(Qijâs)* eines derselben zum andern. Verbesserung *(Islâḥ)* des *Ṯâbit Ibn Qurra al Ḥarrânî*. Aus der Angabe „Verbesserung" ersehen wir, daß schon vor *Ṯâbit* eine Übersetzung existiert hat. Eine Vergleichung der Texte mit der lateinischen Übersetzung lehrt, daß wir es in beiden Fällen mit demselben Werke zu tun haben.

Die Stelle bei *al Châzinî* (fol. 11^b—12^a) gibt nur die Theoreme ohne Erläuterungen. Nach der Übersetzung von Herrn Prof. E. Wiedemann lautet sie in der ersten *Maqâla* (Buch) drittes Kapitel: „Hauptheoreme *(Masail)* nach Euklid über die Schwere und Leichtigkeit und das Verhältnis (Vergleichung *Qijâs*) der Körper zu einander in zwei Abschnitten *(Faṣl)* Abschnitt I. 1. Die an Größe gleichen Körper sind diejenigen, welche gleich große Räume erfüllen. 2. Diejenigen, die verschieden große Räume erfüllen, nennt man verschieden in der Größe. 3. Die an Körper (*Girm*) größeren sind die an Raum ausgedehnteren. 4. Die in der Kraft *(Quwwa, virtus)* gleichen sind diejenigen, welche sich in den gleichen Zeiten über gleiche Räume bewegen in ein und derselben Luft oder in ein und demselben Wasser (*Mâ*)[2]). 5. Die, welche sich über gleiche Räume in ver-

---

[1]) Über „die Wage der Weisheit" s. w. u.

[2]) Unter *Mâ* ist hier nicht nur Wasser, sondern jede Flüssigkeit verstanden. Den Einfluß der Flüssigkeiten auf die Gewichte kannten die Araber teils durch Archimedes teils durch Menelaus, wie aus dem an unser Kapitel sich anschließenden bei *al Châzinî* hervorgeht. Es heißt dort:

Viertes Kapitel (*Bâb*). Über Haupttheoreme des Menelaus. Über die Schwere und Leichtigkeit. Er sagt: 1. Das Gewicht von Körpern aus derselben Substanz entspricht, falls sie in dasselbe Wasser geworfen werden,

schiedenen Zeiten bewegen, heißen verschieden in der Kraft. 6. Und der an Kraft größere ist kleiner nach der Zeit. 7.[1]) Die in der Art sich entsprechenden Körper sind solche, die bei gleicher Größe gleiche Kraft besitzen*. Sind die an Größe gleichen Körper verschieden an Kraft im Verhältnis zu derselben Luft oder demselben Wasser, so nennt man sie verschieden in der Art. 8. Der an Dichte stärkere (der dichtere) ist der an Kraft größere.

Abschnitt II. 1. Von den Körpern, welche in gleichen Zeiten sich über verschiedene Strecken bewegen, ist der in bezug auf den Raum größere der an Kraft größere. 2. Wenn man zwei Körper von derselben Art hat und einer ein Vielfaches seines Genossen ist, so ist in dem einen von ihnen dasselbe Vielfache gegenüber seinem Genossen, welches sich in der Kraft des großen gegenüber der des kleinen findet[2]). 3. Das Verhältnis von Körpern

---

in ihm der relativen Größe des einen zum anderen. 2. Bestehen zwei Körper aus verschiedener Substanz und haben sie gleiches Gewicht, so sind ihre Gewichte, wenn sie in dasselbe Wasser geworfen werden, verschieden; der dichtere Körper ist der schwerere. 3. Sind sie im Wasser gleich an Gewicht, so ist der dichtere von ihnen in der Luft leichter als der andere. 4. Haben zwei Körper von verschiedener Substanz in demselben Wasser das gleiche Gewicht und werden sie dann in eine andere Art von Flüssigkeit geworfen, die schwerer ist als das Wasser, so sind die beiden Körper verschieden schwer und zwar ist der schwerer, welcher dichter ist. Werden sie aber in eine andere Flüssigkeit geworfen, die leichter ist als Wasser, so ist der Körper, welcher von dichterer Substanz ist, von geringerem Gewicht, als der andere 5 α). Hat man einen dichteren und einen dünneren (*aṣhaf*) Körper β) so sage ich, daß das Verhältnis des dichteren im süßen Wasser zum dünneren in diesem Wasser kleiner als das Verhältnis des dichteren im Meerwasser zu dem Gewicht des dünneren in ihm ist. — Vollendet ist die Rede.

[1]) In der lateinischen Übersetzung ist 7 in zwei Teile 7 und 8 zerlegt, 7 fängt bei * an. 8 (arabisch) wird dann 9 (lateinisch) u. s. f.

[2]) Der etwas umständliche Satz 3 lautet im Herwagenschen Text „Eorundem genere corporum, si ipsa inter se erunt multiplicia, erant ipsorum

---

α) Aus Versehen ist dies als 6 angeführt. Ein Absatz 5 fehlt.

β) Es ist zu ergänzen bei gleichem Gewicht. Der dichtere Körper hat das kleinere Volumen v, der dünnere das größere v; ist das spezifsche Gewicht der Flüssigkeit, in die die Körper eingetaucht werden a, so ist das obige Verhältnis

$$\frac{a - \sigma v}{a - \sigma v_1}.$$

Eine Differentiation nach a ergibt ohne weiteres das obige Resultat.

aus derselben Substanz ist nach der Kraft und Größe das gleiche. 4. Körper, die einem Körper entsprechen sind entsprechende. 5. Körper, die dasselbe Verhältnis in der Kraft und in der Größe haben, sind entsprechende. 6. Von Körpern, welche bei verschiedener Größe gleich an Kraft im Verhältnis zu derselben Luft oder demselben Wasser sind, ist der dichtere der an Volumen kleinere[1]). — Vollendet ist seine Rede.

Eine Vergleichung der obigen möglichst wörtlichen Übersetzung dürfte ergeben, daß sich der Dresdener Text dem Arabischen mehr anschließt als der Herwagensche.

In der Baseler Handschrift findet sich auch noch das Buch des Jordanus Nemorarius unter dem Titel „Jordanus de Nemore et Euclidis de Ponderibus“. Doch hat dieses Werk gar keinen Zusammenhang mit dem Fragment de gravi et levi und kann daher auch nicht dem Euklid zugeschrieben werden. Es scheint mit dem „Liber de canonio“ der Pariser Nationalbibliothek[2]) identisch zu sein.

In dieser Schrift wird folgende Aufgabe behandelt: Eine schwere homogene Linie ist in zwei ungleiche Teile a und b so geteilt, daß a $<$ b ist. Nimmt man den Teilungspunkt als Unterstützungspunkt; welches Gewicht muß man dann am Ende von b anbringen um Gleichgewicht zu erhalten? Der Verfasser zitiert im Laufe des Beweises den Satz, daß beim Gleichgewicht des Hebels die Längen der Arme umgekehrt proportional den an den Enden angebrachten Gewichten sind. Die Entwicklung schließt mit den Worten „sicut demonstratum est ab Euclide et Archimede et aliis.

Wir wenden uns jetzt zu einer kurzen Besprechung der Leistungen von Archimedes, wobei wir auch gleich diejenigen von Heron berücksichtigen, da der letztere uns sehr vieles von denen des ersteren überliefert hat.

---

potentiae multiplices“ und im Dresdener Text „Si duorum corporum ejusdem generis unum multiplex alterius, et virtutem illius virtuti alterius similiter esse.“ D. h. [unter sonst gleichen Umständen] verhalten sich die Kräfte (virtutes) wie die Größen der Körper.

[1]) Der Satz fehlt in den lateinischen Texten.

[2]) Vgl. P. Duhem a. a. O. S. 93 ff. Manuscr. 8680 A. — F. Wöpcke, Journ. Asiat. [4], Bd. 18, S. 217. 1851.

Von Archimedes[1]) sind eine Reihe von Schriften, die sich mit dem Hebel, dem Schwerpunkt u. s. w. befassen, geschrieben worden, die teils erhalten, teils verloren gegangen sind. Von ersteren kommen für uns in Betracht: 1. Die Schrift über die Gleichgewichte von Ebenen oder die Schwerpunkte (Mittelpunkte der Schweren, *κέντρα βαρῶν*). 2. Ein neuerdings von Heiberg[2]) entdecktes Werk des Archimedes *Ἀρχιμήδους περὶ τῶν μηχανικῶν θεωρημάτων πρὸς Ἐρατοσθένην ἔφοδος*, des Archimedes Methodenlehre von den mechanischen Lehrsätzen an Eratosthenes. Beide enthalten eine große Anzahl von Lehrsätzen über die Schwerpunkte, die letztere bereits Infinitesimalbetrachtungen. 3. In der Schrift Quadratur der Parabel werden an dem einen Arm einer Wage (*ζυγίον*) verschiedene ebene Figuren aufgehängt, am Ende des anderen Armes Gewichte, die ihnen das Gleichgewicht halten. In dieser Schrift Kapitel VI (ed. Heiberg Bd. 2, S. 307) findet sich der bekannte Satz über die Beziehung zwischen Schwerpunkt und Aufhängepunkt: „Denn alle aufgehängten Körper, in welchen Punkt sie gebracht werden mögen, verharren so, daß der Aufhängepunkt und der Schwerpunkt des aufgehängten Körpers sich in einer geraden Linie befinden. Denn auch dies ist bewiesen worden (nach Heiberg sicher in dem Werk *περὶ ζυγῶν*).

Aus anderen Schriften sind uns nur einzelne Stellen erhalten und zwar vor allem in der Mechanik des Heron[3]). Es sind die folgenden Schriften (die Stellen sind zitiert nach Heronis opera ed. Nix u. W. Schmidt) II, 1: 1. Werk über die Stützen (I, 25, S. 70). 2. Werk über die Hebel (I, 32, S. 86). 3. Werk über das Ausgleichen der Neigung (II, 7, S. 114). 4. Schriften über das Gleichgewicht von Figuren, bei denen Hebel zur Anwendung kommen (I, 24, S. 64).

Das erste Werk läßt sich mit keinem bekannten Werke von Archimedes in Zusammenhang bringen. Für die drei

[1]) Zu Archimedes bei den Arabern vgl. Steinschneider Z. D. M. G. Bd. 50, S. 172. 1896. E. Wiedemann, Beiträge III, S. 234 u. 247, V, S. 438 u. 451, VI, S. 10, VII. S. 152.

[2]) J. L. Heiberg, Hermes, Bd. 42, S. 235, 1907 und J. L. Heiberg und G. Zeuthen, Bibl. math. [3], Bd. 7, S. 321, 1907.

[3]) Die Mechanik ist herausgegeben arabisch und französisch von Carra de Vaux, J. asiat. (9) Bd. 1, S. 389 und Bd. 2, S. 152 und 420. 1892, ferner arabisch und deutsch von L. Nix und W. Schmidt. Leipzig 1900.

anderen nimmt Carra de Vaux an, daß sie der verlorenen Schrift des Archimedes *περὶ ζυγῶν*, de Stateris oder über die Wagen entsprechen. In den obigen Schriften ist mehrfach von den Hebeln und den Wagen die Rede.

Sehr ausführlich verbreitet sich Heron über den Schwerpunkt (lib. I, 24, S. 62). Er sagt zunächst, daß, wenn wir bei geometrischen Figuren sagen, daß der Neigungspunkt und der Schwerpunkt (*Markaz al Mail*, *Markaz al Tiql*) ein gewisser Punkt ist, so hat dies Archimedes zur Genüge erläutert. Posidonius[1]), ein Stoiker, hat den Schwer- und Neigungspunkt in einer physikalischen Definition bestimmt. Nach ihm ist der Schwer- oder Neigungspunkt ein solcher Punkt, daß, wenn die Last in demselben aufgehängt wird, sie in zwei gleiche Teile geteilt wird. Archimedes und seine Anhänger haben den Satz spezialisiert und zwischen dem Aufhängepunkt und dem Neigungspunkt unterschieden. Der Aufhängepunkt ist ein solcher Punkt auf dem Körper selbst oder außerhalb desselben, daß, wenn der aufzuhängende Gegenstand an ihm aufgehängt ist, seine Teile sich im Gleichgewicht befinden, d. h. daß er nicht schwankt und sich nicht neigt. Denn Gleichgewicht tritt ein, wenn ein Körper einem anderen an Gewicht gleich ist, wie es bei den Wagen der Fall ist, wenn sie parallel der Ebene des Horizontes oder einer ihr parallelen Ebene schwanken (?). Hieran anschließend wird das Verhalten von aufgestellten [nicht hängenden] Körpern behandelt und noch gesagt „Aufhänger und Stützen“ weisen dieselben Erscheinungen auf.

Über den Neigungspunkt (Schwerpunkt) spricht sich Heron (lib. I, 24, S. 66) folgendermaßen aus:

> Der Neigungspunkt ist ein einziger Punkt in jedem von den Körpern, zu dem die von den Aufhängepunkten [zum Horizont] senkrechten Linien hinneigen. Manchmal liegen auch die Neigungsmittelpunkte bei einzelnen Körpern außerhalb ihrer Substanz wie es bei Rädern und Ringen der Fall ist u. s. w.

Die Definition bei Pappus (ed. F. Hultsch Bd. 3, S. 1030/31) entspricht ganz der modernen, sie lautet:

> Wir sagen aber, daß der Schwerpunkt (centrum gravitatis) irgend eines Körpers ein Punkt innerhalb desselben ist; denkt man sich an ihm den schweren

[1]) Auf die Diskussionen über den „Posidonius“ kann hier nicht eingangen werden.

Körper aufgehängt, so bleibt der Körper in Ruhe und behält die Lage bei, die er ursprünglich hatte.

Am Schluß des zweiten Buches seiner Mechanik (lib. II, 31—41) behandelt Heron „Dinge, die schon Archimedes und andere erläutert haben".

1. Er ermittelt zunächst den Schwerpunkt eines Dreieckes, dann den eines Viereckes, indem er es in zwei Dreiecke teilt und deren Schwerpunkte ζ und η sucht; in ihnen befestigt er dann die Gewichte G_1 und G_2 der beiden Dreiecke; er verbindet nun ζ und η, dann ist $\zeta\eta$ eine Wage (*Mîzân*, im Griechischen stand wohl *ζυγίον*), an deren Ende die Gewichte G_1 und G_2 sich befinden. Es wird dann für diese der Schwerpunkt gesucht. Ebenso wird für das Fünfeck verfahren und bemerkt, ebenso müssen wir für alle Vielecke verfahren.

2. Daran reihen sich andere Probleme. Ein Dreieck wird mit den Ecken auf drei Stützen gelegt und die Verteilung des Druckes auf diese berechnet. Dasselbe Problem wird gelöst, falls das Dreieck noch in irgend einem Punkt durch ein Gewicht belastet ist. (Die Aufgaben, bei denen eine geradlinige Last von Stützen getragen wird, sind sehr ausführlich lib. I, 24, S. 62ff. behandelt.)

3. Endlich werden an den Ecken eines Dreieckes Gewichte aufgehängt und ein solcher Punkt im Innern gesucht, daß das Dreieck in ihm aufgehängt sich im Gleichgewicht befindet. Der Punkt heißt Aufhängepunkt (*ʿAlamat al ʿIlâqa*). Dasselbe Problem wird für ein Vieleck untersucht.

Die Probleme unter 2. sind wohl in dem Werk über die Stützen behandelt.

Den Begriff des Schwerpunktes in der Statik des Archimedes hat G. Vailati sehr eingehend behandelt (s. w. u.) (Atti R. Accad. di Torino Bd. 32, S. 500. 1896/97). Weitere Betrachtungen über die Anschauungen der Griechen von Aristoteles bis Heron hat er (ibid. S. 678) gegeben, wo er auch die Schrift de ponderibus von J. Nemorianus untersucht, die er den Griechen zuschreibt.

Das Hebelgesetz spricht Archimedes in seiner Schrift „Über das Gleichgewicht der Ebenen und über die Schwerpunkte derselben" im Satz 6 des ersten Buches aus:

Kommensurable Größen sind im Gleichgewicht, wenn sie ihren Entfernungen umgekehrt proportional sind (Ausgabe von L. Heiberg Bd. 2, S. 152, 11).

Die Auffindung des Satzes vom Hebel schreibt auch Heron (lib. I, 24, S. 64) dem Archimedes zu.

Die Last hält einer anderen das Gleichgewicht, falls, wenn sie an zwei Punkten einer Linie, die in zwei Teile geteilt ist und an dem Teilungspunkte [durch Vermittelung der Linie] aufgehängt werden, diese Linie horizontal ist; dies ist der Fall, nachdem die Beträge der Gewichte sich wie die vertauschten Abstände der Aufhängepunkte verhalten. Daß in dieser Weise aufgehängte Lasten einander das Gleichgewicht in der Neigung halten, hat Archimedes in seinen Schriften über das Gleichgewicht an Figuren, bei denen Hebel (*Amchâl*) zur Anwendung kommen, bewiesen.

Den Hebel behandelt mit den anderen einfachen Potenzen (Welle mit dem Rade, Hebel, Flaschenzug, Keil, Schraube) Heron im zweiten Buch seiner Mechanik. Ihn speziell im Kap. 2, 8 und 9. Dabei wird zur Ableitung der Sätze der obige Satz von Archimedes benutzt und die Potenzen mit Kreisen verglichen. Für wie bedeutungsvoll aber Heron den Satz des Archimedes hält, geht aus dem Schlußkapitel der theoretischen Untersuchungen hervor (lib. II, cap. 29), wo es heißt:

Daß die fünf Potenzen, die eine Last bewegen, den Kreisen um einen Mittelpunkt ähnlich sind, ist durch die Figuren, die wir im vorhergehenden entworfen haben, bewiesen; mir aber scheint, daß sie der Wage mehr ähnlich sehen als den Kreisen, weil im vorhergehenden die Grundlagen des Beweises für die Kreise sich uns gerade durch die Wage ergaben. Denn es wurde bewiesen, daß die auf der kleineren Seite aufgehängte Last sich zu der auf der größeren Seite aufgehängten verhält, wie der größere Arm der Wage zum kleineren.

Bei Heron (Lib. I, 32, 33, S. 88) finden sich noch zwei interessante Ausführungen über die Wage; die eine rührt wohl von ihm selbst her, die andere von Archimedes.

Die erste lautet: Manche Leute glauben, daß, wenn bei den Wagen die Gewichte den Gewichten das Gleichgewicht halten, die Gewichte zu den Abständen im umgekehrten Verhältnis stehen. Hat man einen Wagebalken (Fig. 8e) $\alpha\ \gamma\ \beta$, der in γ aufgehängt im Gleichgewicht ist, und hängt man an

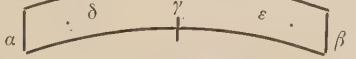


Fig. 8e.

δ und ε Gewichte auf, die sich das Gleichgewicht halten, so darf man nicht die Stücke $\alpha\delta$ und $\beta\varepsilon$ des Wagebalkens fortschneiden, ohne daß das Gleichgewicht gestört wird.

Die zweite Ausführung lautet: Manche haben gedacht, daß die umgekehrte Proportionalität bei einer unregelmäßigen Wage nicht vorhanden sei. Denken wir uns also einen verschieden schweren und dichten Wagebalken von irgend einem Material, der sich im Gleichgewicht befindet, wenn er im Punkte γ aufgehängt ist. Wir verstehen an dieser Stelle unter Gleichgewicht die Ruhe und das Verharren des Wagebalkens, auch wenn er nach irgend einer Seite geneigt ist. Dann hängen wir an beliebigen Punkten, nämlich δ und ε Gewichte auf, nach deren Aufhängen der Balken wieder im Gleichgewicht sei. Archimedes hat nun bewiesen, daß auch in diesem Falle sich Gewicht zu Gewicht umgekehrt wie Abstand zu Abstand verhält.

Heron behandelt in seiner Mechanik (lib. II, 34, c [3] und k [10]) noch zwei speziell mit der Wage zusammenhängende Fragen.

1. Warum bewirkt dasselbe Gewicht bei im Gleichgewicht befindlichen Wagen eine verschiedene Neigung und zwar so, daß es bei der geringeren Last eine größere Neigung hervorruft? — Herons Antwort ist irrig. Der Grund liegt, falls die Frage auf eine Beobachtung sich stützt, darin, daß die Aufhängepunkte der Wage und der Wagschalen nicht in einer Ebene liegen.

2. Warum lassen sich Wagen (*Mîzân*), mögen sie beschwert oder leicht sein, schneller bewegen, wenn man sie [horizontal] dreht, als sie sich nach einer Seite bewegen, nach der man sie dreht? — Die Erklärung Herons ist nicht richtig; die Tatsache beruht ja auf dem Heben des Schwerpunktes des ganzen Systems und nicht auf dem Unterschied der „natürlichen“ Bewegung des Sinkens und der „nicht natürlichen“ des Steigens der Gewichte.

Falls sich die Vermutung des Herrn P. Duhem[1]) bewahrheiten sollte, daß das griechische Wort *χαριστίων*, das im arabischen zu *Qarastûn* wird, ursprünglich nicht eine Bezeichnung für eine besondere Art von Wagen darstellt, sondern einen miß-

[1]) P. Duhem, Les origines de la statique. Paris 1905. Über die Identität von Charistion und Heriston. S. 87.

verstandenen Männernamen Charistion oder Heriston bedeutet, wäre die Annahme des obigen Gelehrten eingehender zu untersuchen, ob Schriften über den *Qarastûn* auf ein Werk über die Schnellwage zurückgehen, das von dem erwähnten Alexandriner Heriston[1]), einem Sohn des Ptolemäus, herrührt. Diese Schriften werden wir bei den Arabern zu behandeln haben.

Ptolemäus selbst (193 n. Chr.) soll eine Schrift *περὶ ῥοπῶν*[2]) geschrieben haben, welche nach Thurot[3]) gewisse Fragmente von metrologischen Schriften besonders jenes „De ponderoso et levi" enthielt.

Ferner enthält auch das Sammelwerk des alexandrinischen Geometers Pappus (290 n. Chr.) eine Reihe wichtiger Angaben[4]) über Mechanik u. s. w.

Wie sehr durch das eingehende Studium der in diesen Schriften behandelten Probleme, die sich mit den Gesetzen des Gleichgewichtes am gleicharmigen und ungleicharmigen Wagbalken befassen, die Konstruktion der Wagen gefördert wurde, werden wir an den bereits recht vollkommenen Wagen der späteren klassischen Zeit sehen, mußten doch die dabei gewonnenen Resultate zu neuen exakten Beobachtungen in bezug auf den Unterstützungspunkt der Wage, der Anbringung der Marken zur Einteilung und der Aufhängepunkte von Wagschalen und Gewicht dienen.

Für die vollkommene Beherrschung der Hebelgesetze und der Lehre von den einfachen Maschinen, die in zusammenhängender Form Herons Mechanik uns gibt, spricht nichts so sehr als die zahlreichen technischen Vorrichtungen, die uns von

---

[1]) Nach der Ansicht Duhems ist das oben erwähnte Buch „De canonio" nur eine Antwort auf das Werk von Charistion oder wenigstens eine Ergänzungsschrift für eine elegante Lösung des von jenem aufgestellten geometrischen Kalküls.

[2]) Simplicius erwähnt eine Schrift des Astronomen Ptolemäus „*περὶ ῥοπῶν*" bei der Besprechung einer Stelle in Aristoteles „De Caelo" über das Gewicht der Luft. Vgl. E. Wiedemann, Beiträge VII, S. 159, Anm.

[3]) Thurot, Recherches historiques sur le Principe d'Archimède, Revue Archéologique, Neue Serie, Bd. 19, 1869, S. 117.

[4]) Pappi Alexandrini Collationes ed. F. Hultsch, Bd. 3. Berlin 1878.

griechischen und römischen Autoren, wie Vitruv u. a. beschrieben worden sind[1]).

Zunächst sei auf die Leistungen des Archimedes hingewiesen; selbst wenn die ihm von den Arabern zugeschriebene sinnreiche Wasseruhr[2]) nicht auf ihn zurückgeht, so ist sie doch sicher griechisch-byzantinischen Ursprungs. Ktesibius verfertigte u. a. Wasseruhren nach anderen Prinzipien und beschreibt die Feuerspritze; Heron[3]) neben zahlreichen anderen Instrumenten eine eben solche mit gleicharmiger Wagbalkenvorrichtung. Philon von Byzanz Leistungen erregten noch die Bewunderung der Araber. Von ihm berichtet der Geograph *al Kindî*[4]) in seiner Beschreibung Ägyptens: Er war bewandert in der Konstruktion von Wasserrädern und Mühlen und in den Bewegungen, die durch sinnreiche Anordnungen bewirkt werden. Ferner führt *al Jaʿqûbî* (vgl. E. Wiedemann, Beiträge V, S. 438) an „Zu ihnen gehört Philon der Erfinder der *Machânîqâ*".

Von Philons Werke „Pneumatika" sind uns einzelne Stücke lateinisch und griechisch erhalten, welche von H. Rose[5]) und W. Schmidt[6]) herausgegeben wurden. Die vollständige Schrift, die nur arabisch erhalten ist, wurde von Carra de Vaux[7]) publiziert. Sie zeugt von sorgfältiger Anwendung der damals bekannten mechanischen Gesetze. Er erwähnt, daß es schon zu

---

[1]) Eine vollständige Zusammenstellung der Literatur würde hier zu weit führen. Es sei verwiesen auf Blümmer, Technologie etc. Leipzig 1875 u. 1887. C. Merkel, Ingenieurkunst des Altertums, Berlin 1899. W. Schmidt, Neues Jahrb. f. d. klass. Altert., 1899 S. 1, 1904, 1. Abt., S. 329, Berliner Philolog. Wochenschrift, Bd. 23, S. 1345 u. 1377, 1903. E. Wiedemann, Unterrichtsblätter f. Math. u. Phys. 1906 u. a.

[2]) E. Wiedemann, Beiträge III, S. 255; V, S. 408, 421 und Unterrichtsblätter (a. a. O.). C. de Vaux, J. asiat. [8] Bd. 17, S. 295. 1891.

[3]) Auf die sogenannte Heronische Frage, d. h. die Frage nach der Zeit zu der Heron lebte, soll hier nicht weiter eingegangen werden.

Nach W. Schmidt (Heronis opera omnia, Bd. 1, S. 9, Leipzig 1892) lebte Heron um das Jahr 100 n. Chr., während ihn K. Tittel (Rhein. Mus., [2] Bd. 56, S. 404, 1901) in seinem Aufsatz „Heron und seine Fachgenossen" in das 2. Jahrhundert v. Chr. versetzt. K. Tittel stellt folgende Reihe der alexandrischen Mechaniker auf: Ktesibius, Philon, Heron, Geminus.

[4]) E. Wiedemann, Beiträge III, S. 221 u. 230, Beitr. V, S. 453.

[5]) H. Rose, Anecdota graeca, Heft 2, S. 299, Berlin 1870.

[6]) W. Schmidt, Heronis opera omnia, Bd. 1, S. 458, Leipzig 1899.

[7]) C. de Vaux, Notices et extraits etc., Bd. 38, S. 27, 1905.

seiner Zeit Mechaniker d. h. Verfertiger von physikalischen Instrumenten gegeben habe.

Auch die Konstruktion der Kriegsmaschinen in ihren verschiedenen Formen setzte eine gründliche Kenntnis der mechanischen Gesetze voraus.

Wenden wir uns jetzt zur Besprechung der Wagen. Leider sind wir dabei allein auf die erhaltenen bildlichen Darstellungen angewiesen, da die Schriftsteller, soweit ich gefunden keine Beschreibung einer Wage geben.

Aus der Seite 6 zitierten Stelle aus Homer entnehmen wir, daß die dort beschriebene Wage des Zeus, in der er die Todeslose abwog, gleicharmig war und zwei goldene Schalen hatte. Der Ausdruck „Tat aus einander“ [1]) die Schalen der goldenen Wage weist darauf hin, daß die Gestalt dieser Wage derjenigen einer sogenannten Dukatenwage entspricht, wie sie noch in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts von den Geldwechslern vielfach verwendet wurde, nur daß die homerische größer gewesen sein dürfte.

Wie diese in einem Behälter, lag jene wohl vor dem Gebrauche zusammengefaltet in einem Kästchen und wurde bei Bedarf „herausgenommen“, „auseinandergebreitet“ und „in die Höhe gezogen“ [2]).

Über das Aussehen der frühen griechischen Wagen erhalten wir Aufschluß durch die Abbildung einer solchen auf einer hochaltertümlichen Vase [3]), wo das Abwägen von Silphion [4]), einer in der Medizin verwendeten Pflanze, dargestellt ist. S. Fig. 9.

Auf seinem Throne, unter dem ein Panther lagert, sitzt unter einem Zeltdache mit dem Szepter in der Linken und einem Hute auf dem Haupte der Herrscher von Kyrene, Arke-

[1]) „*ἐτίταινε τάλαντα.*“

[2]) Hom. Il. 8, 69 „*ἕλκε δὲ μέσσα λαβών*“ (faßte die Mitte und hob).

[3]) Abgeb. bei F. Studnizka, Kyrene; Pauly-Wissowa, Realenzykl. des klass. Altert., 2. Bd., 1896. Vgl. A. Baumeister, Denkm. des kl. Altert., Abb. 1729; Ber. der sächs. Ges. der Wiss., 1867, Tfl. IV.

[4]) Das Silphium oder Laserpitium, welches hauptsächlich in Kyrenaika wuchs, lieferte das Laser, eine wertvolle Drogue, und bildete einen wichtigen Handelsartikel in Kyrene, der königliches Monopol war. Arist. Frgm. 528. Vgl. Catull. 7, 4; Plaut. Rud. 3, 2, 16; Plin. 19, 3, 15; R. Klotz, Handwörterb. der lat. Spr. 1879, S. 1344.

silas[1]) (Beischrift „*Αρκεσιλας*“) und überwacht das Abwägen und Verpacken von Silphionballen. Vor ihm hängt eine mächtige Wage mit der Aufschrift [*στ*]*αθμός* und weißen Massen in beiden Schalen. Auf der Zeltstange, an der sie befestigt ist, hockt wie oft bei den Wagen der Ägypter ein Affe. Einer der mit

Fig 9.

dem Wägen beschäftigten Diener, in der Beischrift *Σοφορτός* (der die Last wahrende) bezeichnet, scheint mit den Fingern seiner rechten Hand eine Zahl anzudeuten, während ein zweiter die Wagschale beobachtet. Neben der rechten Wagschale steht, dem König zugewendet, ein Mann, der mit der rechten Hand ein Pack der abzuwägenden Ware hält und die linke mit dem

[1]) Arkesilas II um 560 v. Chr. hatte den Beinamen *ὁ χαλεπός*, weil er sehr gewalttätig war. Pauly-Wissowa, (s. oben) S. 32, Anm. 4.

ausgestreckten Zeigefinger in die Höhe hebt. Die Beischrift σιλφομαχος bezeichnet ihn als Silphionkneter. Der bärtige Mann vor diesem ist damit beschäftigt einen großen geflochtenen mit Silphion angefüllten Sack zuzubinden. Er wendet sich seinem Genossen zu, der einen ähnlichen Sack auf der Schulter trägt. Neben diesem steht ἱρμοφορος (Sackträger), neben beiden ορυξο[ς] (der mit dem Sack beschäftigte)[1]).

Eine an Gestalt von dieser wenig verschiedene große, zweiarmige Wage zeigt uns auch eine nach der Inschrift in korinthischem Alphabet „Handel des Klitos von Taleides gefertigt" wohl aus Korinth stammende Amphora des 6. Jahrhunderts v. Chr. S. Fig. 10[2]). In ihren beiden Schalen liegen Warenballen und ein weiterer wird von einem Diener in die rechte Wagschale gelegt, wobei ein zweiter sitzender Diener Hilfe leistet.

Neben der linken Schale sitzt der Leiter des Waggeschäftes, der gleichzeitig das Gleichgewicht der Wage durch Festhalten am Aufhängeseile der linken Schale herzustellen sucht.

Die vier Schnüre jeder Wagschale scheinen durch Ringe zusammengehalten zu werden. Der Haken oberhalb des Wagbalkens läßt leider keine sichere Deutung zu.

Eine besondere Rolle spielt die Wage bei den künstlerischen Darstellungen[3]), welche die hochdramatische Szene im Schlußgesange der Ilias zum Vorwurf hatten, wo Priamus den Leichnam seines Sohnes Hektor auslöst[4]), der nach Aeschylos[5]) mit Gold aufgewogen wird.

Diesen Vorgang zeigt eine apulische Amphora mit Maskenhenkeln in vollendeter Ausführung[6]). Im Vordergrunde erblickt man Priamus in phrygischer Tracht mit dem Ölzweige in der Linken[7]), wie er trauernd den Leichnam Hektors betrachtet, der eben von zwei Sklaven zur Wage getragen wird. Diese

---

[1]) O. Jahn, Ber. d. sächs. Ges. d. Wiss. Bd. 19, S. 98. 1867.

[2]) A. Baumeister, Denkmäler des klass. Altert. S. 1965, Abb. 2101.

[3]) Besonders auf älteren Vasen.

[4]) Hom. Od., 24, 468—476.

[5]) Phryger 10, 351.

[6]) Monum. ined. des deutsch. arch. Inst., Rom, Tfl. V, 11. Abgebildet bei A. Baumeister, Denkm. d. klass. Altert., Abb. 792.

[7]) Zum Zeichen, daß er als Bittender vor Achilles erscheint.

ist wie die ägyptische gleicharmig und besteht wie jene aus einem Balken mit je einer Schale an den beiden Enden, der in der Mitte in einem starken türbogenartigen Gestell aufgehängt ist.

Fig. 10.

Mit einer Wage in der Linken und zwar *ἐπὶ ξυροῦ ἀκμῆς*[1]) „auf der Schärfe des Schermessers“ wird auch der Gott der Gelegenheit oder des rechten Augenblickes, Kairos, dargestellt wie ein auf der Akropolis gefundenes Fragment aus klassischer, griechischer Zeit beweist[2]). (Vgl. w. u.)

[1]) Homer, Il. 10, 173.

[2]) Lysippos um 320 v. Chr. fertigte eine Kairosstatue mit der Wage.

Fig. 11.

Interessant ist auch die Abbildung der Wage auf einer unteritalienischen Vase[1]) mit einer lebendigen Darstellung der Psychostasie, wobei Hermes als Vertreter des obersten Gottes die Wägung der Seelen, die durch kleine, geflügelte Figuren erkenntlich sind, leitet. S. Fig. 11. Während oben die Schale des Achilles steigt, die Memnon's sinkt, wird unten der Äthioperfürst vom ersten Speer des Peliden getroffen. Die gleicharmige Wage einfachster Konstruktion ist in der Mitte des Querbalkens an einem Baumstamm aufgehängt.

Über eine Wage des Archimedes berichtet uns *al Châzinî*, indem er, wie er sagt, die Ausführungen von Menelaus Wort für Wort zitiert; sie finden sich höchst wahrscheinlich in dessen Werk über die gemischten Körper (s. w. u.). Da Herr Prof. Wiedemann hofft auf Grund der Handschrift im Eskorial das Werk des Menelaus heraus geben zu können, so gebe ich hier nur die Abbildung und Beschreibung der Wage nach *al Châzinî*; die, wenn sie auch nicht von Archimedes selbst, sondern von einem seiner Nachfolger herrührt, doch unser volles Interesse in Anspruch nehmen muß.

Die Wage des Archimedes (s. Fig. 12) ist eine gewöhliche gleicharmige Wage mit zwei gleichen Schalen, die linke für das Gold, die rechte für das Silber. Auf dem rechten Arm verschiebt sich zur Herstellung des Gleichgewichtes ein Gewicht[2]).

In dem Carmen de ponderibus (s. w. o.) findet sich nun eine Stelle, die deutlich beweist, daß zur Zeit von dessen Abfassung diese Wage des Archimedes benutzt worden ist.

Nach dem Carmen de ponderibus war das Verfahren des Archimedes das folgende:

In beide Schalen brachte er gleichschwere Stücke Goldes und Silbers, tauchte die Schalen unter Wasser und stellte durch das Laufgewicht Gleichgewicht her. Der Abstand desselben vom

---

Sie stand in Sikyon und wurde später nach Konstantinopel gebracht. Kallistratos (Stat. VI) und Himerios (Ecl. XIV) haben darüber geschrieben. Vgl. A. Pauly, Realenzykl. d. kl. Alt.-W. 4. Bd., 1846, S. 1316.

[1]) Monum., (s. Anm. 4) Tfl. VI, 5a; vgl. A. Baumeister, Abb. 994.

[2]) Zu der Theorie des Instrumentes vgl. M. Berthelot, La Chimie au Moyen Âge, Bd. 1, S. 172. 1893, wo auch eine französische Übersetzung der Stelle sich findet.

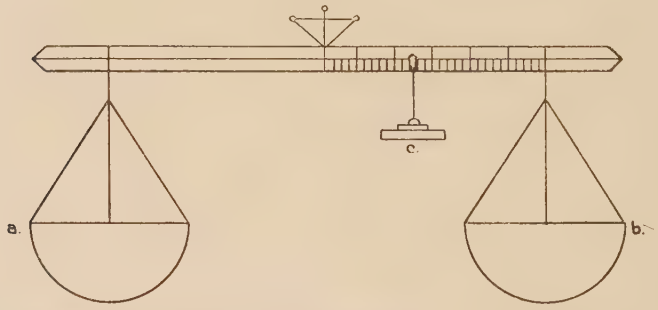
Mittelpunkt des Wagbalkens gab ihm das Verhältnis der spezifischen Gewichte von Gold und Siber an.

Über Hebel- oder Schnellwagen fehlen bei den Griechen in der klassischen Zeit eingehende Mitteilungen und auch Abbildungen von solchen sind mir nicht bekannt.

Das einzige was in dieser Hinsicht beigebracht werden kann ist das folgende.

Von einer Hebelvorrichtung (*χαριστίων*)[1]), die von Archimedes erwähnt, bezw. von ihm benutzt worden, ist bei griechischen Schriftstellern mehrfach die Rede.

Fig. 12.



a ist die Schale für Gold, b die Schale für Silber, c das bewegliche Gewicht.

Zunächst berichtet uns Simplicius[2]) bei der Behandlung des Grundaxioms der peripatetischen Dynamik, nämlich der Proportionalität der bewegenden Kraft zu dem bewegten Gewicht und dem durchlaufenen Raum: Archimedes, indem er sich auf diese Proportionalität zwischen der bewegenden Kraft (*τοῦ κινοῦντος*), dem bewegten Gewicht (*τοῦ κινουμένου*) und dem durchlaufenen Raum (*τοῦ διαστήματος*) stützte, hatte das zum Wägen geeignete Instrument mit Namen Charistion (*τὸ σταθμιστικὸν ὄργανον τὸν καλούμενον χαριστίωνα*) hergestellt.

Nach Simplicius hätte die Erfindung des Charistion auch Archimedes zu dem Ausruf veranlaßt: *πᾷ βῶ καὶ κινῶ τὰν γᾶν*. Ein Ausgangspunkt und ich bewege die Erde.

[1]) Nach den Ausführungen von P. Duhem (a. a. O. Bd. 1, S. 87) ist *χαριστίων* sicher eine Art Wage und nicht ein System von Zahnrädern, sie wird wie erwähnt als *τὸσταθμιστικὸν ὄργανον* bezeichnet.

[2]) Simplicii in Aristotelis Phycicorum etc. commentaria ed Diels S. 1110, 4 (Commentaria in Aristotelum graeca Bd. 10).

Nach Tzetzes[1]) sagt Archimedes: Einen Ausgangspunkt und ich werde mit dem Charistion die ganze Erde bewegen.

Da es so gut wie sicher ist, daß der arabische *Qarasṭûn* dem Charistion entspricht, so hat die frühere griechische Zeit fraglos die Schnellwage als Charistion bezeichnet. Dabei ist es ganz gleichgültig ob man Charistion von dem Namen eines Mannes ableiten will oder nicht (s. oben).

Griechische Gewichte[2]), die in der Regel aus Ton, Marmor, Blei oder Bronze waren, sind in großer Anzahl erhalten und zeigen meist die Form eines Kegels oder Kranzkuchens und neben dem Wertzeichen das Wappen der Stadt, in der sie geprägt sind.

So finden sich z. B. Gewichte mit einer Sphinx und einer Amphora[3]). Eines mit einem halben Krug ist aus Athen[4]). Andere tragen das Bild der Mondsichel, einer Schildkröte[5]) oder eines Thunfisches. Ein geflügeltes Seepferd ist auf einem Gewicht aus Lampsakus abgebildet und ein in den Ruinen von Berytos gefundenes Gewicht zeigt einen Delphin, der um den Griff eines Dreizacks geschlungen ist. Gewichtsstücke mit Halben- und Viertelamphoren, halber Schildkröte u. s. w. stellen Bruchteile der Normalgewichte dar.

Über die einzelnen Arten der Gewichte gibt F. Lindemann in den seinen oben[6]) erwähnten Abhandlungen beigefügten Tabellen erschöpfend Aufschluß.

Das griechische Gewichtssystem wurde zunächst in Athen

---

[1]) Tzetzes, *Τῶν χιλιάδων* (Corpus poetarum graec. II, Genève 1614) (er lebte ca. 1120—1180).

[2]) Über alle diese Fragen ist auf das Eingehendste in dem vielfach zitierten Werke F. Hultsch, Griech. u. röm. Metrologie, Berlin 1882 gehandelt.

[3]) Ein in Naxos aufgefundenes Gewichtsstück aus Blei mit einer Amphora wiegt z. B. 155,5 g.

[4]) J. Brandis, Das Münz-, Maß- und Gewichtswesen in Vorderasien Berlin 1866, S. 154.

[5]) R. Schillbach, De ponderibus aliquot antiquis, Annali dell' Instit. archeol. 1865, S. 189, Beitr. S. 13.

[6]) S. 7 Anm. 15. Vgl. auch A. Pauly, Realenzykl. d. klass. Altertumswiss., 1846, Mensura, S. 1828, 5. Bd., Nummi, S. 748. Über Inschriften auf griechischen Gewichten vgl. W. Larfeld, Griechische Epigraphik, Handbuch der kl. Altertw. S. 543. München 1892.

von Solon geordnet. Die Kontrolle über die Aufrechterhaltung von richtigem Maß und Gewicht wurde z. B. in Athen von besonderen Beamten, den Metronomen[1]), ausgeübt. Normalmaße und Gewichte wie vermutlich auch Wagen wurden auf der Akropolis und zwar im Hekatompedos aufbewahrt, wie sowohl aus Gesetzesverordnungen als auch aus den Urkunden der Schatzmeister für die Übergabe des Tempels hervorgeht.

---

[1]) F. Hultsch, Griech. u. röm. Metrol. Berlin 1882, S. 100.

Die Wage der Römer.

Die Ureinwohner Italiens werden das Gewichtssystem von den Ägyptern kennen gelernt haben, wie man daraus schließen kann, daß die alten Latiner ursprünglich in ihrem Gewichtssystem ebenfalls die Dezimalteilung hatten[1]). Da das Geld in Kupferbarren bestand, so ist wahrscheinlich, daß sie schon frühe die Wage kannten.

Später seit dem 6. Jahrhundert v. Chr. nahmen sie wohl das Duodezimalsystem aus Kleinasien von den mit ihnen in regen Handelsverkehr stehenden Phöniziern und Griechen an. Im 5. Jahrhundert v. Chr. hatten nämlich die Römer bereits ein über Sizilien von Griechenland eingeführtes Gewichtssystem[2]), das sich von Syrakus aus über ganz Italien verbreitete[3]) und dessen feste Bestimmung dem römischen König Servius zugeschrieben wird[4]). Daraus geht hervor, daß sie schon zu jener Zeit genau zeigende Wagen hatten; mußte doch auch das erbeutete oder als Tribut gezahlte Gold und Silber, welches Barrenform hatte[5]), gewogen werden.

Mit den Gewichten übernahmen die Römer von den Griechen auch die Wagen, deren Namen trutina (*τρυτάνη*) und statera (*στατήρ*) sie von ihnen entliehen.

Auch sind die von den Römern zu Wägezwecken verwendeten älteren Wagen ihrer Form nach ganz analog den griechischen, wie die entsprechenden Abbildungen deutlich erkennen lassen.

---

[1]) F. Gamurini, Della Libbra Etrusca, Mon. Ant. Bd. 1, 1889—1892, S. 158.

[2]) H. Nißen, Griech. u. röm. Metrologie, Handb. der kl. Altertw. 1 Bd. 1892, S. 870.

[3]) S. Anm. 1, S. 164.

[4]) F. Hultsch, Griech. u. röm. Metrologie, Berlin 1882, S. 114.

[5]) Solche rechteckige Barren aus Kupfer, Bronze, Silber und Gold kommen vielfach in Etrurien, Umbrien, Latinum und Sabinum als Gewichtsstücke vor. Vgl. F. Gamurini Anm. 1, S. 157. Plinius, nat. hist. 33, 3, 17 sagt: lateres argentei atque aurei.

So sehen wir auf dem Relief einer schöngeformten silbernen Weinkanne[1]), welches die Szene von Hektors Loskauf behandelt, eine große gleicharmige Wage (s. Fig. 13). In der linken Schale liegt Hektors Leiche, der eine goldene Amphora in der rechten Schale das Gleichgewicht hält.

Die gewaltige Wage ruht auf einem großen Dreigestell. Ihr Wagbalken zeigt an den Enden starke Haken, an welchen dicke, lange Stricke mit breiten Schalen hängen. Die Art der

Fig. 13.

Aufhängung der Wage ist durch die Henkelmaske der Weinkanne verdeckt.

Auf einem ähnlichen hohen Dreifuß befindet sich die große, ebenso einfache, Wage auf dem Friese eines kleinen Monumentes über dem Grabe des Bäckers und Brotlieferanten M. Vergilius Eurysaces vor der porta maggiore zu Rom abgebildet[2]) (s. Fig. 14).

Unter verschiedenen Darstellungen aus dem Bäckergewerbe zur Zeit des Kaisers Augustus bemerken wir auf der dritten Seite des teilweise zerstörten Frieses eine Wage, auf der das in Körben herbeigebrachte Brot gewogen wird unter Aufsicht

---

[1]) Bei Bernay in der Bretagne gefunden.

[2]) E. Guhl und W. Koner, Berlin. Das Leben der Gr. u. Röm. nach alt. Bildw. Berlin 1864.

des praefectus annonae[1]) und einiger Unterbeamten, welche die Brotkörbe kontrollieren und in Empfang nehmen.

Diese größeren, gleicharmigen Wagen[2]) hießen bei den Römern trutinae und standen von altersher in großem Gebrauche; mit ihnen wurden Lasten verschiedenster Größe bis zu hunderten von Talenten[3]), ja bis 1000 Pfund gewogen, wie aus einer Schriftstelle bei Livius[4]) geschlossen werden kann, wonach die Römer den Galliern 1000 Pfund Gold zahlen mußten, damit diese die Belagerung des von Manlius verteidigten Kapitols aufhoben. Daß sie das Gold zuwogen, sich also bei dieser Gelegenheit wohl der Wage bedienten, beweist eine Schriftstelle bei Plutarch[5]) und anderen Klassikern[6]), welche erwähnen, daß das Schwert des Brennus, von diesem dem Gewichte in der

Fig. 14.

dem Golde entgegengesetzten Schale hinzugefügt, das bereits hergestellte Gleichgewicht zu Ungunsten der Römer wieder gestört habe.

Kleinere, ebenfalls gleicharmige, Wagen wurden von den Römern dazu verwendet um mäßig große Gegenstände und hauptsächlich Münzen zu wägen; denn wie alle anderen Völker des Altertums haben auch die Römer das Geld gewogen.

Ein Relief in Turin aus spätrömischer Zeit, dessen Echtheit verbürgt ist[7]), und das in der Darstellung einer gewöhnlichen

---

[1]) Mit einer Schreibtafel in der Linken und dem Griffel in der rechten Hand.

[2]) Vgl. auch die Wage des Arkesilas S. 48, Abb. 9.

[3]) Vitruv XII, 8. Si super id lapidis centenarii pondus imponatur und Plinius VII, 20 duo centenaria pondera.

[4]) Liv. 5, 48, 8.

[5]) Plut. De Fortuna Romanorum, Camillus 29.

[6]) Polyb. lib. 2. Diodor I, 4.

[7]) Arch. Ztg. 1875, Tfl. 1 vgl. A. Baumeister, a. a. O. Abb. 823.

gleicharmigen Wage mit dem oben[1]) erwähnten auf der Akropolis gefundenen Fragment aus klassischer, griechischer Zeit übereinstimmt, zeigt den Gott der Gelegenheit oder des rechten Augenblicks Kairos mit einer Wage in der Linken (s. Fig. 15). Derselbe Gott mit der Wage befindet sich auch auf einem Relief aus

Fig. 15.

Torcello bei Venedig[2]). Die einfache, gleicharmige Wage, welche Kairos in der Linken emporhält, interessiert uns hauptsächlich durch die in der Mitte des Wagbalkens befestigte nach oben stehende Gabel, in der wahrscheinlich eine aufrechtstehende Zunge spielte.

[1]) S. 50 u. Anm. 2.

[2]) Arch. Ztg. 30, 3 Tfl. 1. Abgebildet bei A. Baumeister, Denkm. des klass. Altert. Abb. 824.

Wagen dieser Art befinden sich auf der sogenannten Heddenheimer Votivhand aus Bronze[1]) und auf mehreren Münzen abgebildet[2]). (S. Fig. 16 und 17). Auffallend sind an diesen Wagen

Fig. 16.

Fig. 17.

die langen Stile zum Halten, besonders bei der von der Mittelfigur, der Iuno Moneta[3]), emporgehaltenen Wage. Sie hießen trutinae momentanae, auch monetae[4]).

Eine solche antike Geldwage beschreibt Lorenzo[5]) sehr genau. Es war eine einfache zweiarmige Wage mit nur einer Schale.

---

[1]) Jetzt im Berliner Museum.

[2]) Auf einer Münze des Cordius Rufus hält die Venus Genetrix in der rechten Hand eine solche Wage. Vgl. auch die Darstellung in der Casa dei Vettii, Pompeji, Scavi 1895.

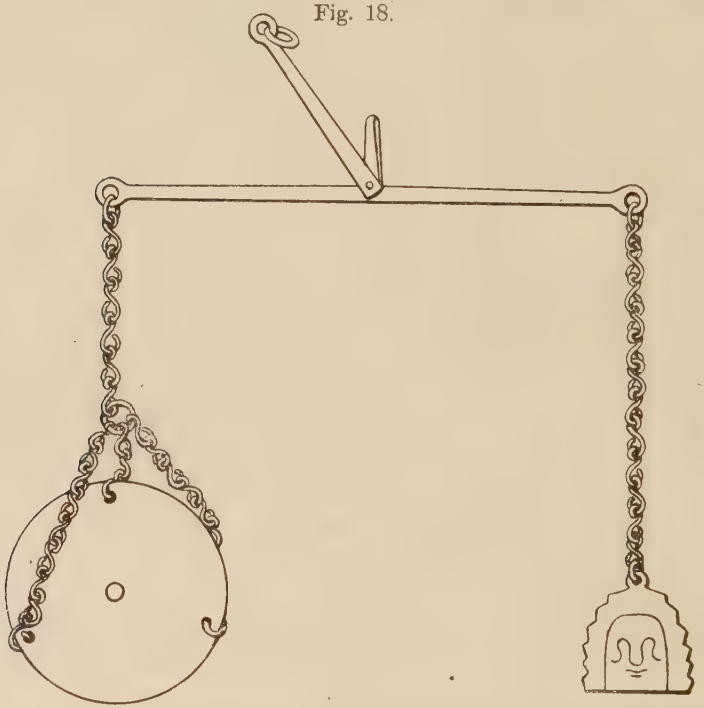
[3]) Die Iuno Moneta wird wie die Aequitas mit einer Wage in der rechten und einem Füllhorn in der linken Hand abgebildet. Zur Bezeichnung der drei Metalle Gold, Silber, Erz stehen oft drei Figuren nebeneinander, zu deren Füßen sich je ein Metallhaufen befindet (s. Abb.). (Vgl. A. Pauly, Realenzykl. der klass. Altertw. Bd. 5, S. 137.) Die mittlere, größere Figur mit der langstieligen Wage wägt offenbar das wichtigste Metall, das Gold.

[4]) St. Isidorus Hisp. Migne. Patrol. Lat. Bd. 82, 16, 25. Paris 1878.

[5]) Siehe S. 4 Anm. 7.

(S. Fig. 18). An Stelle der andern befand sich an einem Kettchen fest angehängt ein kleiner Kopf der Juno Moneta. Diese Wage diente wahrscheinlich nur dazu, um eine bestimmte Münze vom Gewichte des Kopfes zu wägen und stammt, wie Lorenzo nachweist, aus der Zeit des römischen Kaisers Honorius (384—423 n. Chr.), war also im 4. Jahrhundert n. Chr. im Gebrauch. Sie gab das Gewicht einer Goldmünze von ungefähr 4 Denaren

Fig. 18.



an. Diese Münzwage mit dem Kopfe der Juno Moneta beschreibt auch Isidor[1]), wenn er sagt: „Trutina momentana, pro parva modicaque pecunia apendenta: haec est moneta vocata", worauf das Wort moneta hinweist; außerdem findet sie sich auf einer Goldmünze aus der Zeit des Kaisers Honorius (s. w. o.) im vollen Gleichgewicht. Eine solche Wage wurde im Tempel des Saturn, in dem sich der Staatsschatz befand, aufbewahrt[2]).

[1]) Isidor Ethymologia, Migne Patrologiae Latinae 1878, Bd. 82, 16, 25 S. 590.

[2]) Vergl. Lorenzo (a. a. O.) und Isidor, Migne (a. a. O.) Bd. 82, 16, 18, 4 S. 584.

Übrigens wird durch mehrere Schriftstellen[1]) bestätigt, daß die Römer besondere Wagen hatten um Gold und andere um Silber zu wägen und ebenso entsprechende Gewichte zur Herstellung des Gleichgewichtes für diese beiden Edelmetalle.

Sie unterschieden sich wohl nur durch das Gegengewicht; die Goldwage mag vielleicht zierlicher gewesen sein. Jene feinere Goldwage meint wahrscheinlich auch Cicero, wenn er sagt: ad ea probanda quae non aurificis statera, sed quadam populari trutina examinantur[2]) und auch Varro hat sie wohl im Auge bei dem von ihm in übertragener Weise gebrauchten Ausdruck „unum quodque verbum auraria pendere“[3]); denn statera[4]) bedeutet nicht immer die Schnellwage mit ungleichen Wagarmen, sondern bisweilen auch die gewöhnliche, gleicharmige Wage wie bei Isidor[5]), wo es heißt: Eben diese Wage, die ihren Namen von der Zahl hat; sie ruht nämlich mit ihren zwei Schalen im Gleichgewicht wagrecht auf einem in der Mitte sich erhebenden Zapfen.

Einen wesentlichen Fortschritt in der Konstruktion der römischen Wagen bildet die in Pompeji aufgefundene, jetzt im Museum zu Neapel sich befindende, gleicharmige Bronzewage mit einem Laufgewichte in Form einer Eichel, durch dessen Verschiebung der Unterschied der in den beiden Wagschalen liegenden Gegenstände genau angegeben werden konnte, wie eine Skala auf dem rechten Wagbalken, an dem das Laufgewicht hing, anzeigt. (S. Fig. 19.)

Das Laufgewicht vertritt hier die Stelle des modernen Reiters.

Sie wird genau beschrieben von Luigi Caterino[6]). Ihre Schalen, die von vier Ketten gehalten werden, sind auf der Dreh-

---

[1]) Varro de vita pop. Rom, 11, 25. Varro, apud Marcell in Rostr. Fabretti Inscript. S. 527.

[2]) Cicero de orat. lib. 2.

[3]) Varro sat. Men. 419. De l. L. 5, 182.

[4]) statera von *στατήρ* entspricht dem hebräischen Wortes schekel, das eigentlich Gewicht heißt, nach dem man die verschiedenen Gegenstände, besonders Metalle, abwog.

[5]) Isidor (a. a. O.) «Eadem statera nomen ex numero habens, quod duabus lancibus, uno in medio stilo librata, aequabiliter stat».

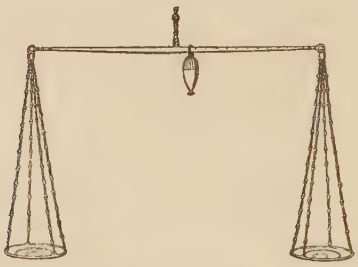
[6]) L. Caterino, Reale Museo Borbonico Neapel 1824 Bd. 1, Tfl. 55, Abb. 3.

bänk gearbeitet und haben $3^3/_5$ Zoll im Durchmesser. Der zylindrische Wagbalken ist $14^2/_5$ Zoll lang, die Strecke zwischen den Aufhängepunkten der Schalen beträgt $13^2/_5$ Zoll und die Größe des Laufgewichtes $2^3/_5$ Spannen (palmi) bei einem Durchmesser von 1 Zoll. Leider gibt Caterino die Schwere des Laufgewichtes nicht an.

Diese Wagen hießen bei den Römern librae oder bilances, wie auch aus dem oben erwähnten Zitat von Isidorus[1]) hervorgeht.

Die Mehrzahl der im Original noch vorhandenen römischen Wagen sind Schnell- oder Hebelwagen mit ungleichlangen

Fig. 19.



Wagarmen aus Bronze, von uns „römische Wagen", in Nordosteuropa auch „Besemer"[2]) genannt.

Sie sind nicht wie die gleicharmigen in der Mitte aufgehängt, sondern am Ende des Wagbalkens so, daß ein kürzerer und ein längerer Hebelarm entsteht. An dem letzteren, der durch Marken eingeteilt ist, kann ein bewegliches Gewicht, der Läufer, verschoben werden und bestimmt bei Gleichgewicht durch eine größere oder kleinere Entfernung vom Drehpunkte die Größe der Last. Am Ende des kürzeren Wagarmes hängt in unveränderlicher Entfernung vom Aufhängepunkt der Wage ein Haken, wohl zum Wägen trockener Waren vorgesehen, oder eine Schale zur Benützung bei Gewichtsbestimmungen von Flüssigkeiten in Töpfen und Gläsern oder auch von pulverisierten Stoffen. Auch kommen Wagen mit zwei Haken und

---

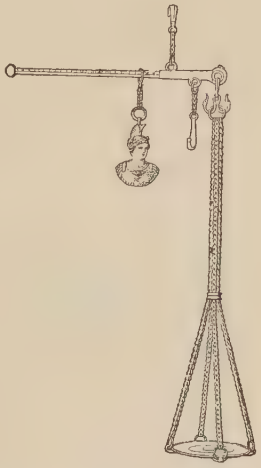
[1]) S. 61 Anm. 5. Eadem statera etc.

[2]) O. Schrader, Reallex. der Indogerm. Altertumskunde, S. 929, Straßburg 1901,

solche mit Haken und Schale zugleich vor, wie bei der in Fig. 20 abgebildeten, die in Pompeji ausgegraben wurde und sich jetzt im Museo nazionale in Neapel befindet (s. w. u.).

Sie zeigt entsprechend der Verschiedenheit des Aufhängepunktes von Haken und Schale eine doppelte Skala auf beiden Seiten des langen Wagarmes.

Fig. 20.



Das älteste noch vorhandene Stück einer römischen Hebelwage dürfte die im März 1883 aus einem Brunnen ältester, etruskischer Bauart in der Nähe von Chiusi ausgegrabene Bronzestange einer Hebelwage sein, die mit Gewichtszeichen ausgestattet war. Das zugehörige Laufgewicht, eine große an einem Eisenhaken hängende Bleikugel wiegt 1,940 kg[1]). Der Wagbalken hat Bolzenform, seine Länge wird von Gamurini[2]) mit 50 cm angegeben. Er ist auf drei Seiten mit Marken versehen, welche das Gewicht bezeichnen, dessen Werte von rechts nach links nach etruskischer Art anwachsen. Entsprechend den verschiedenen Einteilungen und den davon abhängigen Gewichtswerten auf den drei Seiten des Wagbalkens befinden sich am Ende desselben drei verschiedene Aufhängepunkte für eine Schale und zwei Haken, die ebensoviele Angriffspunkte für die Last vorstellen. Auf der ersten Seite beginnen die Zeichen mit 2 Pfund (II)[3]) wie es in der Tat zur Herstellung des Gleichgewichtes auch nötig war. Das halbe Pfund ist auf der Mitte des Wagbalkens mit drei einfachen Pünktchen eingezeichnet statt des römischen S[4]),

[1]) Bei der Auffindung der Wage lag die Kugel und ein kleines Stückchen Kette getrennt von dem Eisenhaken.

[2]) G. F. Gamurini, Della Libbra Etrusca, Monum. ant. Bd. 1, S. 157—165. 1889—1892.

[3]) Das Zeichen für das Doppelpfund auf den etruskischen und römischen Münzen.

[4]) Auf einer alten Wage von Verona bezeichnet das S das halbe Pfund. Ann. d. It. Arch. a 1869 S. 226.

dem eigentlichen Zeichen für „semis“ oder an Stelle des etruskischen ↄ.

Die erste Seite zeigte von 2 bis 33 Pfund, die zweite reicht von 20 Pfund bis zu 88 Pfund und die dritte Seite, welche am engsten beschrieben ist, beginnt mit 70 Pfund und endet mit 183 Pfund. Auf der Wage von Chiusi befinden sich folgende Zahlzeichen:

I = ½; I = 1; II = 2; V = 5[1]); X = 10; ⅄ = 50; XX⅄ = 70; ◯ = 100.

Gamurini fand durch Wägung mit dieser Wage, daß das etruskische Pfund, welches damit bestimmt wurde, 212 bis 214 g wog. Dem entsprechend wiegt ein im Jahre 1887 in der Gegend von Chianciano entdecktes Bronzegewicht in Barrenform von rechteckiger etwas konvexer Form mit dem Zeichen eines Kreuzchens oder einer decussio 212 g.

Die Beschreibung der in Pompeji aufgefundenen Schnellwage (S. Abb. 20) gibt Luigi Caterino[2]). Der Durchmesser ihrer Schale, die an vier Kettchen hängt und auf der Drehbank gearbeitet ist, beträgt $8^3/_5$ Zoll. Der Ring, der die vier Ketten oben zusammenfaßt, wird durch zwei Haken gehalten, die in den Kopf einer Gans auslaufen. An dem Außenrand der Schale sind vier Löcher angebracht, durch welche die Kettchen hindurchgehen.

Der Wagbalken „scapus“ oder „librile“ oder „iugum“ ist $1^1/_3$ Spannen lang und durch Marken in I bis X Teile auf jeder Hälfte geteilt. Auf der entgegengesetzten Seite sieht man die Zahlen X bis XXXX von V zu V eingezeichnet und andere kleine Zeichen, welche sicherlich die Brüche ausdrücken. Am Hauptteil der Stange, wo der Ring, welcher die Kettchen hält, eingehängt ist, befindet sich folgende Inschrift:

Imp. Vesp. Aug. IIX.
T. imp. Aug. F. VI. C.
Exacta. Im. Capito.

d. h. im achten Konsulat des Kaisers Vespasianus und im sechsten des Kaisers Titus, Vespasians Sohn[3]), Muster im

---

[1]) Das V für 5 Pfund scheint römisch zu sein anstatt des etruskischen ⅄ obgleich auf einem in Folterona aufgefundenen etruskischen Gewichtsstück V zu lesen ist.

[2]) Mus. Borb. Bd. 1, Tfl. 55 Abb. 1.

[3]) Im J. 77 n. Chr.

Kapitol. Das Laufgewicht „aequipondium“ wiegt 6 Unzen und hat die Gestalt einer Kriegerbüste, bewaffnet mit dem Harnisch mit dem Medusenhaupte und einem prächtigen Helm, der mit einem Federbusch auf dem Kamme und mit Riemen und flatternder Mähne ausgestattet ist entsprechend Homers Beschreibung von dem Helme Hektors oder Paris[1]).

Eine ebensolche Schnellwage sehen wir ferner auf einem interessanten, altrömischen Metzgerschild[2]), dessen Photographie ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Professors E. Wiedemann in Erlangen verdanke. (S. Fig. 21).

Fig. 21.

Ganz ähnlich ist die ebenfalls in Pompeji ausgegrabene Bronzewage mit zwei Haken aber ohne Schale, deren Maße Luigi Caterino ebenfalls genau angibt[3]).

Der Wagbalken ist $7^1/_5$ Zoll lang und an einer Seite mit Zahlen von I bis VII, an der entgegengesetzten von VI bis XXX bezeichnet. Die ganze Länge der Wage beträgt $15^4/_5$ Zoll. Das Laufgewicht ist 3 Zoll lang und hat einen Durchmesser von $1^3/_5$ Zoll. Es hat die Gestalt eines Granatapfels.

Solche Schnell- oder Hebelwagen ohne Schalen hießen trutinae campanae[4]). Ihren Namen haben sie nicht von dem Worte campana

[1]) Il. 14, 337; 25, 449.

[2]) In der k. Antikensammlung in Dresden (54) 733.

[3]) F. Gamurini, siehe S. 63 Anm. 2.

[4]) Über die verschiedenen Formen der Schnellwage (englisch Steelyard) ist in Gehlers Handwörterbuch der Physik Bd. 10, S. 30, Leipzig

d. h. Glocke, sondern nach Isidor[1]) von der Gegend Italiens Campania, wo sie zuerst in Gebrauch kamen.

Sicherlich haben sich vor allem die Römer der Schnellwage bedient, die bereits bei Vitruv[2]) statera heißt. Den Namen Schnellwage (trutina momentana) hat sie schon bei Isidor (a. a. O. S. 590). Sie ist vom *χαριστίων* abgesehen eine spezifisch römische Erfindung. Bei keinem älteren Volke wurde diese Art Wage bisher gefunden; denn wie oben (S. 25) erwähnt, stammen die hebräischen Schnell- oder Hebelwagen aus dem zweiten Jahrhundert nach Chr. wohl von den Römern.

Über das Alter dieser römischen Wage läßt sich nichts Sicheres sagen, doch ist anzunehmen, daß ihre Erfindung in das 3. Jahrhundert v. Chr. zurückreicht entsprechend dem Alter der zu jener Zeit verwendeten, noch erhaltenen Gewichtsstücke, die mit diesen Wagen bestimmt wurden[3]). In der Tat wird von einer alten veroneser Wage[4]) erwähnt, daß sie in das Ende des 3. Jahrhunderts v. Chr. zu setzen sei.

Die praktische Bedeutung der römischen Wage, die an Genauigkeit allerdings nur unter besonderen Bedingungen mit der gleicharmigen Wage wetteifern konnte, beruhte in der bequemeren Handhabung sowie in der Möglichkeit einer schnelleren Gewichtsbestimmung.

Das Laufgewicht hieß bei den Römern aequipondium, während ihm die Araber den Namen rummâna gaben, was Granatapfel[5])

1841, sehr eingehend gehandelt. Dort ist auch angegeben daß Wallis mit Pocock den Namen von *Rummâna* ableitet. Auch die Chinesen haben Schnellwagen. Bei der dänischen (auch schwedisch genannten) Schnellwage haben Last und Gewicht einen constanten Abstand, dagegen wird der Wagebalken in einer Hülse verschoben, die als Achse dient. Curtze vermutete, daß der von *Ṯâbit Ibn Qurra* behandelte *Qarasṭûn* eine solche schwedische Wage sei; doch scheint mir dafür kein triftiger Grund vorzuliegen.

[1]) Isidor. Migne, Patrol. Lat. Paris 1878 Bd. 82, 16, 25 S. 591. Vgl. Dozy. Suppl Bd. 2 S. 307 und Du Fresne du Cange, Gloss. mediae et infimae Latinitatis sowie E. Wiedemann, Beitr. IV. S. 7, Anm. 1. 1906.

[2]) Vitruv 10, 3, 4. Es heißt dort trutinae quae staterae dicuntur.

[3]) F. Lehmann, (Das altbabylon. Maß- u. Gewichtssystem, Actes du huitième congrès intern. des orientalistes, 1889, Stockholm S. 209) bestimmte mit der Wage von Chiusi das alte, römische Pfund zu 273 g (babylon. Silbermine), welches an der Stelle eines auf dem Wagarm eingezeichneten T (Talent) angebracht, Gleichgewicht herstellte.

[4]) Ann. d. It. Arch. a 1869 S. 226.

[5]) Griechisch *ροιά, ροά*, hebräisch rimmon, lat. punica Granatum.

bedeutet. Auch im Mittelalter kommt die Form romanum für das Laufgewicht[1]) vor und könnte daher rühren, daß man die Schnellwage selbst ursprünglich als römische Wage bezeichnete, sie kann aber auch daher kommen, daß man das Wort rummâna aus dem Arabischen als romanum auffaßte[2]) und nach ihm dann der Wage den Namen »statera romana« gab, woraus dann »römische Wage« wurde, womit die Schnellwage, die ungleicharmige Hebelwage, gemeint ist. Dafür spricht auch der Umstand, daß der Name Romanum bei Isidor von Sevilla, der seine Ethymologie oder Origines zu Anfang des siebenten Jahrhunderts schrieb, noch nicht vorkommt.

Einen der wichtigsten Teile an unseren Wagen bildet die Zunge. Daß auch der römischen gleicharmigen Wage dieser Hauptteil nicht fehlte, sehen wir bei Fig. 18.

Die Zunge „ligula“[3]) an den Wagen der Römer war nach oben gerichtet. Dagegen ist mit dem häufig bei Schriftstellern vorkommenden Worte examen[4]) wohl ein der ägyptischen Form entsprechendes Lot gemeint, welches in der Mitte des Wagbalkens angebracht war, wie aus den Worten Isidors[5]) hervorgeht: „Das Examen ist der mittlere Faden, durch welchen die Wage regiert wird.“ Außerdem zeigt die Abbildung einer Wage auf einem Grabmonument der altchristlichen Zeit[6]) deutlich ein solches Lot. (S. Fig. 22.)

Da die Wage bei den Römern nach so vielfacher Richtung hin Verwendung fand, so hatten sie ein staatliches Institut der

---

[1]) Du Fresne du Cange, Glossarium mediae et infimae Latinitatis (unter romana). rimmon (hebr.) der Granatapfel; Bibel Ex. 28, 33 und 34. Vgl. V. Hehn, Kulturpflanzen und Haustiere in ihrem Übergang aus Asien nach Griechenland und Italien. Berlin 1894. S. 240. Im Portugiesischen heißt noch heute der Granatapfel roma, romeira. Hier hat eine Entlehnung von den Arabern stattgefunden.

[2]) Nach O. Bulle und G. Rigutini (Ital. Onom. 1. Bd., 1902, S. 17) stammt das italienische Wort romana für Laufgewicht aus dem Arabischen.

[3]) Persius Flaccus, Schol 1, 6: Ligula, quod mediam hastam ad pondera adaequanda tenet. Bei Vitruv (10, 8) bedeutet ligula das kurze Ende des Hebels.

[4]) Virgil Aen. XII, 725 u. a. Jupiter ipse duas aequato examine lances sustinet.

[5]) Isidor, Migne, Patrol. Lat. Bd. 82, 16. 25 S. 591.

[6]) Perret, Catacomb. vol. VI. Inscr. n. 37. Vgl. F. X. Kraus, Realienenzykl. des christl. Altert. Bd. 2, S. 962.

pensores eingerichtet[1]), welche u. a. den Soldaten den Sold zuwägen mußten. Amtliche Wägemeister, viri mensarii[2]), denen unter dem Namen campanisticum Abgabe bezahlt wurde, befanden sich in jeder dem römischen Reiche unterworfenen Stadt um die Münzen zu wägen[3]). Ihr Name libripendes[4]) weist darauf hin, daß sie sich bei Ausübung ihres Amtes der Wage bedienten. Diese waren in diesem Fall aus Bronze[5]). Bei Scheinkäufen hielten diese Beamten[6]) die Wage, womit sie der andern Partei für die verkaufte Sache das Kupfer zuzuwiegen schienen[7]). Mit diesen Ämtern waren meistens fünf plebeische Ädilen betraut[8]), doch kamen sie wohl auch zeitweise den Quästoren

Fig. 22.

der Städte zu[9]). Die Oberaufsicht hatte der „Praefectus urbis“[10]).

[1]) Varro 5, 36, 183. Augustin de civ. dei 15, 27, 2; 5, 4.

[2]) L. 2. Chod. Theod. Justin. Liv. 7. 21. 5. Quinque viris creatis, quos mensarios ab dispensatione pecuniae appellarunt.

[3]) Marquardt u. Mommsen, Handb. der röm. Altert. Bd. 2, 1. S. 470 u. 641.

[4]) Plinius nat. hist. 33, 3, 13. Quin et militum stipis pondera, dispensatores libripendes dicuntur.

[5]) Caj. Instit. I, 6.

[6]) Der von mehreren Schriftstellern erwähnte librarius, auch libraria (sc. ancilla) war ein privatim angestellter Werkmeister, der den Sklaven oder Sklavinnen die Wolle zuwog. Juven. 6, 475. Fabretti Inscr. 214, 542.

[7]) Gaj. instit. 1. 113 u. 119 Ulp. fr. 19, 3 Boët in Cic. top. 3, S. 322, 9. Bd. Vitruv 8, 5, 3.

[8]) S. Anm. 2.

[9]) Auf einem alten Gewicht ist zu lesen „L. F. Tricipitinus Quaestor Urbanus“, auf der einen Seite; auf der anderen steht „Dionis L. F. Silanus, quaestor urbanus.“

[10]) In einer alten Inschrift heißt es: „Mensurae . . . curante D. Simonio Juliano Praefecto urbis“ und auf einem alten Gewicht „Ex auctoritate Q. Junii Rustici, pr. urb.“ Vgl. auch Amm. Marcell. 27, 9, 10.

Ihren Hauptsitz hatten sie in Rom auf dem Kapitol in der Nähe des Forum Maximum oder Romanum, wo auch die Münzstätte im Tempel der Juno Moneta[1]) zu suchen war, wie hauptsächlich aus den folgenden Worten von Livius hervorgeht[2]):

„Der Tote wurde getadelt, einmal im Namen des Staates, weil sein Haus da gestanden, wo jetzt die Münze sich erhebt, während doch beim Volk der Gesetzantrag eingebracht worden war: Kein Patrizier solle auf der Burg oder auf dem Kapitol wohnen."

Dort wurden auch in einem staatlichen Gebäude, dem Ponderarium, die Normalgewichte und Münzen nebst den Normalwagen aufbewahrt, die für die anderen als Modell dienten, wie die Inschrift auf der oben (S. 64) erwähnten römischen Schnellwage beweist, sowie jene auf einer Marmortafel, Ed ideo stateras fieri praecepimus[3]) und die auf einem alten Weingefäß aus der Zeit Vespasians (75 n. Chr.)[4]) „Mensurae exactae in Capitolio, endlich auch eine Stelle im carmen de ponderibus[5]): Zum Opferkrug wird dieser Würfel (Becher); denn um ihn vor Verletzung zu bewahren, weihten ihn Roms Bürger (die Quiriten) dem Juppiter auf dem Tarpeischen Fels.

---

[1]) Suidas berichtet unter *μονήτα*, daß die Römer zum Andenken an den Bescheid, den ihnen die Juno im Kriege gegen Pyrrhus gegeben hätte, nach Beendigung des Krieges die Göttin dadurch ehrten, daß sie die Münzen in ihrem Tempel schlugen. Damals wurden auch die triumviri monetales eingesetzt. Das Jahr gibt Suidas nicht an, doch dürfte es das dritte oder das vierte Jahr nach Beendigung des Krieges (i. J. 275 v. Chr.) gewesen sein. Der Name Moneta wurde gewählt, quia monet, ne qua fraus in metallo vel pondere fiat. Vgl. Isidor, Ethymologia, Migne, Patrologiae, Bd. 82, 16, 18. 1878.

[2]) Liv. 6, 20, 13. „Adicetae mortuo notae sunt: publica una, quod, cum domus eius fuisset, ubi nunc aedes atque officina Monetae est, latum ad populum est ne quis patricius in arce aut Capitolio habitaret."

[3]) Fabretti, Inscr. 528.

[4]) Hase, Über den Farnesischen Congius in der K. Antikensammlung zu Dresden, Abh. d. k. preuß. Akad. 1824. Die oben S. 68, Anm. 10 erwähnte Inschrift bezeugt ebenfalls unsere Behauptung. Sie lautet „Mensurae ad exemplum earum que in capitolio sunt auctore sanctissimo aug. und nobilissimo caes. per regiones missae curante D. Simonio Juliano Praefecto urbis". Nach Orelli Nr. 4347.

[5]) F. Hultsch, Metrologicorum Script. Reliquiae Leipz. 1864, S. 91. „Amphora fit cybus hic, quam ne violare liceret, sacravere Jovi Tarpeio in monte Quirites."

Wie die früheren Abbildungen erkennen lassen, waren die Wagen der Römer, die meistens aus Bronze hergestellt wurden, vielfach Gegenstand künstlerischer Ausschmückung und deshalb ist sicherlich anzunehmen, daß ihre Normalwagen mit ganz besonderer Sorgfalt und Kunst ausgeführt waren.

Wie die ägyptischen und griechischen Gewichte waren die vorrömischen, etruskischen Gewichte häufig aus Stein und gebranntem Ton und hatten die Gestalt eines schiefwinkeligen Rhombus oder einer abgerundeten Pyramide[1]). Sie tragen meistens das Ringzeichen. Auch Gewichte aus Bronze in Dreizackform kommen vor, so eines im Museo Civico in Padua[2]).

Das der Abbildung der oben erwähnten Wage aus der Katakombenzeit[3]) beigefügte Steingewicht (S. Fig. 22) ebenso wie ein von Montfaucon[4]) beschriebenes mit der Aufschrift Pondo läßt darauf schließen, daß von den Römern außer Gewichten von Bronze, Blei[5]) und anderen Metallen auch noch Steingewichte verwendet wurden. Römische Bleigewichte, die wie jene von Bronze nicht selten eine hohe künstlerische Gestaltung aufweisen, haben vielfach auf der einen Seite die Inschrift: »Eme« Kaufe, und auf der andern »Habebis« Du wirst haben.

Das Laufgewicht der ungleicharmigen Wage hat bei den Römern meistens die Gestalt der gewöhnlichen Gewichte, so kommen öfters Kaiserbüsten und Köpfe sowie Satyrbüsten, Merkur- und Bachusköpfe[6]) vor; vielfach findet sich ein einfacher Pinienapfel oder Granatapfel aus Erz. Dieser war der Juno pronuba, der Ehegöttin, heilig, die fast immer mit einem solchen in der Hand dargestellt ist[7]).

---

[1]) F. Lindemann, Über einige präbist. Gew. aus deutsch und ital. Mus. Sitzungsber. der math. phys. Kl. d. b. Akad. d. W. Bd. 29, S. 85. 1900.

[2]) Ebenda S. 98.

[3]) Vgl. S. 67 Anm. 6.

[4]) J. Brandis, Drs Münz-, Maß- und Gewichtswesen in Vorderasien, Berlin 1866, S. 257.

[5]) Livius 42, 63, 4.

[6]) J. Overbeck, Pompeji, Leipzig 1884, S. 447.

[7]) Wahrscheinlich war der Granatapfel wegen seiner zahlreichen Samenkörner das Symbol der Fruchtbarkeit. Über die Beziehung der Göttin zum Gewichte vgl. S. 69, Anm. 1.

Die Wage der Araber.

Wie schon von anderer Seite und auch von Herrn Professor Wiedemann immer wieder betont worden ist, sei auch hier hervorgehoben, daß wir unter Arabern ganz allgemein die sämtlichen muslimischen Völker verstehen, welche sich des Arabischen als einer Gelehrtensprache bedient haben. Dabei ist zu beachten, daß unter den als Araber bezeichneten Forschern nur wenige der Nationalität nach auch Araber waren. Die meisten waren persischer, syrischer und jüdischer Abstammung, worauf wir hin und wieder besonders hinweisen werden.

Die Araber hatten eine besondere Wissenschaft von den Gewichten und Wagen.

Al Fârâbî[1]) behandelt in seiner „Aufzählung der Wissenschaften", die Wissenschaft von den Gegenständen mit Gewicht. Es heißt von ihr:

Sie umfaßt von der Wissenschaft der schweren Körper zwei Gebiete: erstens betrachtet sie diese Gegenstände, insofern man sie mißt oder mit ihnen mißt, es ist dies eine Untersuchung über die Prinzipien entsprechend den Bewegungen an den Gewichten, oder zweitens sie behandelt die schweren Gegenstände, welche bewegt werden, oder mit welchen man bewegt. Dies ist eine Untersuchung über die Prinzipien der Instrumente, mit welchen man schwere Gegenstände hebt, und auf welchen sie von Ort zu Ort bewegt werden.

Auf die Anwendungen kommt dann *al Fârâbî* in der Wissenschaft von den Kunstgriffen (Ingenium) noch einmal kurz zurück.

Ibn Sîna[2]) führt als eine Zweigwissenschaft der Geometrie auf: die Lehre von den Gewichten und Wagen. Leider hat er in seiner *Schifâ*, in der er die mathematischen Gebiete behandelt, keine Abschnitte hierüber. H. Chalfa (Bd. 1, S. 493) hat einen Abschnitt „Lehre von den Gewichten und Maßen, die in der Medizin angewandt werden, z. B. die Drachme, die Unze, das *Raṭl* u. a. — „Darüber gibt es kurze und lange Bücher, welche die, die sie brauchen, kennen".

[1]) E. Wiedemann, Beiträge XI, S. 96.

[2]) E. Wiedemann, Beiträge V, S. 427.

Für den wissenschaftlichen methodischen Geist, mit dem zum Teil diese Untersuchungen geführt werden, dürfte kaum etwas charakteristischer sein, als die Ausführungen von *al Châzinî* über die fundamentalen Prinzipien, die man bei der Konstruktion der Wage beachten muß; er betont, daß es deren dreierlei gibt: solche die man von frühester Kindheit durch einen oder mehrere sinnliche Eindrücke erhält; bewiesene Prinzipien, die aus anderen Wissensgebieten stammen, und endlich solche, die man durch das Experiment und emsige Bemühungen gewinnt.

Bei der Erörterung, daß in jeder Wissenschaft und Kunst eine Norm (*Qijâs*) aufgestellt wird, durch die wir, wie mit einer Wage, die Einzelheiten beurteilen, finden sich ferner bei den *Ichwân al Ṣafâ*[1]), einzelne interessante Vergleiche. Es heißt z. B.:

Man verwendet das Astrolab als eine Wage um die Zeiten in der Kunst der Sterne, der Astronomie, kennen zu lernen; ferner das Lineal, den Zirkel und den Winkel; sie dienen als „Wagen" in zahlreichen Künsten, durch die man das Gleichmäßige (Richtige) vom Krummen (Falschen) unterscheidet. Ebenso verhält es sich mit den Hohlmaßen, den Ellen (als Maß), der Zunge an der Wage (*Schâhîn*) und dem *Qabbân* (Schnellwage). Als eine Wage wird dann noch die „Rechnung" für die Händler und Vorsteher der Bureaux angegeben.

Weiter heißt es bei der Erörterung darüber, daß bei jeder Kunst die Wage von den ihrem Gegenstand entsprechenden Gegenständen hergenommen ist. So benutzen die Wagen, durch die man die Gewichte kennen lernt, Stücke, die Gewicht besitzen. Die Wage der Feldmeßkunst (*Misâḥa*), durch die man Entfernungen (Längen) mißt, Dinge, die selbst Längen haben, wie die Elle, *al Nâb*[2]) (= 6 Ellen) und das *Aschl* (Seil = 60 Ellen) (vgl. E. W., Beitr. V, S. 406). Dasselbe gilt von dem Lineal, durch das man die geraden Dinge erkennt.

Später heißt es mit Rücksicht auf die Zusammenfassung von Gegenständen in Kategorien. Die Wage ist zusammengesetzt aus zwei Schalen (*Kaffa*), dem Balken, Fäden (*Chait*) und Gewichten.

Wir behandeln zunächst die Hauptquelle, die uns Nachrichten über die Kenntnisse der Araber auf unserem Gebiete liefert, dann einige der Resultate, die die Araber für die Schwerpunkte und die Hebelgesetze gefunden; daran anschließend sollen die Schnellwagen besprochen werden, hierauf die gewöhn-

[1]) *Ichwân al Ṣafâ* (Bombay 1_2 S. 118, Dieterici, Logik S. 55 ff.

[2]) Der Text hat irrig *Bâb* statt *Nâb*.

lichen Wagen und zum Schluß einiges Weniges über die Gewichts- und Volummaße beigefügt werden.

Neben den Schriften, die besondere Arten von Wagen vor allem die Schnellwagen behandeln, ist es hauptsächlich ein arabisches Werk mit dem Titel „Wage der Weisheit“ (*Mîzân al Ḥikma*) von *al Châzinî*, aus dem wir zahlreiche Kenntnisse über die arabischen Wagen u. s. w. schöpfen [1]). Diese Schrift besitzen wir leider nur in einer einzigen in *Ispahân* geschriebenen nicht sehr korrekten Handschrift, die sich jetzt in der kaiserl. Bibliothek zu St. Petersburg befindet. Einen Teil derselben, wenn auch nicht den größeren, hat N. Khanikoff[2]) herausgegeben. Dank der Güte Sr. Exzellenz des Herrn Professors Dr. Smirnoff konnte Herr Professor E. Wiedemann die Handschrift in Erlangen benützen und sich eine weiß-schwarze Photographie derselben herstellen. Sowohl nach den publizierten wie nach den nicht publizierten Teilen soll im Folgenden einiges mitgeteilt werden.

Wir geben daher hier zunächst im Zusammenhange einiges über den Inhalt des Werkes im allgemeinen.

Über den Verfasser des Werkes, das uns beschäftigt, ist erst in letzter Zeit Klarheit erlangt worden. Khanikoff und die amerikanischen Herausgeber seiner Arbeit haben verschiedene Möglichkeiten untersucht, aber ohne zu einem befriedigenden Resultat zu gelangen. Sie stellten die Vermutung auf, daß unser Verfasser mit *Abû Ga'far al Châzin* und mit dem Optiker *Alhazen*

---

[1]) Einiges aus derselben hat K. Bindel in seinem Aufsatz „Versuche der Alten und der Araber im Schulunterricht“ (Programm, Neues Gymnasium, Bamberg 1902) veröffentlicht

[2]) N. Khanikoff hat das Werk als russischer Generalkonsul in *Tibriz* in Persien übersetzt und unter dem Titel „Analysis and Extracts of the Book of the Balance of wisdom, an arabic work on the waterbalance“ im Journal of the American Oriental Society Bd. 6, S. 1—128 1859 publiziert. In den Mélanges asiatiques Bd. 2, S. 492—496 = Bull. hist.-phil. de l'Acad. de St. Petersbourg Bd 13, S. 136—139 (1855) ist eine ganz kurze Inhaltsangabe gegeben. Die Handschrift ist mit Khanikoffs Sammlung an die kaiserl. öffentliche Bibliothek in St. Petersburg gekommen. Sie trägt die Nummer 117 Ms. Khanikoff (vgl. den Katalog von E. Dorn. Mel. asiatiques Bd. 5, S. 252 = Bull. de l'Acad. Bd. 8, S. 266. 1865).

Die Herausgeber des Journal of the American Oriental Society haben der Publikation eine Reihe wertvoller Bemerkungen zugefügt.

identisch sei. Was zunächst das letztere betrifft, so hat u. a. E. Wiedemann (Pogg. Ann. Bd. 159, S. 656. 1877) nachgewiesen, daß *Alhazen* und *Ibn al Haitam* identisch sind. *Ibn al Haiṭam* lebte um 1000, *al Châzinî* nach ihm selbst nach 1100; die Namen und die Lebenszeit sind also verschieden. Auch zitiert *al Châzinî* selbst *Ibn al Haiṭam*. — *Abû Ga'far al Châzin*[1]) (Suter Nr. 124, S. 58) starb lange vor *al Châzinî* zwischen 961 und 971. — Er hat übrigens eine Reihe von mathematischen und geographischen Schriften geschrieben. *Ibn Chaldûn* (Bd. 1, S. 111) bezeichnet ihn als einen der bedeutendsten Geographen (vgl. zu ihm auch Wöpcke *Omar al Chajjâmî* S. 3).

H. Suter hat dann in seinem verdienstvollen oft zitierten Werk (S. 226 u. S. 122, Nr. 293) angegeben, daß der Verfasser *Abû Manṣûr Abu'l Fatḥ 'Abd al Raḥmân al Châzinî* aus Bagdad gewesen sei. Diese Annahme wird bestätigt durch eine Stelle in einer Handschrift des India Office (Nr. 1043), welche Herr Professor Dr. Arnold in London so gütig war Herrn Professor Wiedemann nach Erlangen zu senden. Sie enthält Auszüge aus allen möglichen mathematischen, mystischen u. s. w. Schriften, von denen der Katalog von Loth nur die größeren aufführt. Auf fol. 69ᵃ heißt es: Es sagt der *Scheich 'Abd al Raḥmân al Châzinî*, der Verfasser der Gesamttafel (*al Zîg al gâmi'*) *al Singarî* in seinem Werk Wage der Weisheit, daß die Summe alles dessen, was sich auf den Feldern des Schachbrettes befindet, in indischen Zeichen ist[2]): 18446744073709551615, eine Zahl mit 20 Stellen u. s. w. Dies und das folgende entspricht fast wörtlich dem bei *al Châzinî* fol. 48ᵃ bis fol. 50ᵃ angegebenen, auch die von dem Dichter *Anṣârî*, der die große Zahl hörte, gesprochenen persischen Verse.

Über den Verfasser der Singarischen Tafeln[3]) gibt uns *H. Chalfa* (Bd. 3, S. 564) folgende Nachricht:

[1]) Zu beachten ist, daß auch bei Brockelmann (Literaturgesch. Bd. 1, S. 494) *al Châzinî* mit *Abû Gafar al Châzin* verwechselt ist.

[2]) Es ist die bekannte Verdoppelungsaufgabe bei den Feldern der Schachbretter, die die Orientalen in hohem Grade interessierte und zu immer neuen Behandlungen und Darstellungen führte. Vgl. E. Wiedemann, Beitr. XIV. 1908.

[3]) Die Tafeln heißen *al Singarî*, weil sie dem Seldschuken *Sultân Mu'izz Singar Ibn Malikschâh Ibn Alparslân* gewidmet waren, der von 511 d. H. bis 552 d. H. (1117—1157) regierte.

Sie rühren von *ʿAbd al Raḥmân al Châzin* (dem Schatzmeister) her; er war der geliebte byzantinische Diener von *ʿAlî al marwazî*, dem Schatzmeister; er beherrschte die geometrischen Wissenschaften und schrieb die erwähnten Tafeln[1]). Der *Sultân Singar*[2]) sandte ihm 1000 Dinare, die er aber zurückgab.

Suter hat a. a. O. auch vermutet, daß ein bei *Ibn al Qifṭî* (S. 426) erwähnter *Abu'l Faḍl al Châsimî* mit unserem *al Châzinî* identisch sei, eine Annahme, die er aber nach einer brieflichen Mitteilung an Herrn Prof. Wiedemann fallen läßt. In der Tat, dieser muß auch ein Mann ganz anderer Art gewesen sein, als unser großer Gelehrter. Dies geht aus dem folgenden mir mitgeteilten gekürzten Inhalt seiner Biographie bei *al Qifṭî* hervor.

---

[1]) Die Tafeln von *al Châzinî* hat nach dem Kodex in der vatikanischen Bibliothek (cod. Vat. Arab. 701) C. A. Nallino in seiner Publikation des Werkes von *al Battânî* vielfach zu Noten u. s. w. benutzt Nach Angaben in der Handschrift selbst sind sie unter der Regierung des Chalifen *al Mustarschid billâh* (6. August 1118 bis August 1135) verfaßt. Sie geben die Längen und Breiten von 43 Fixsternen an um das Jahr 509 d. H. (mit 26. Mai 1115), ferner Tabellen der Ascensiones obliquae (vgl. E. Wiedemann, Beitr. IX, S. 193) und der Zeitgleichung, bezogen auf die Breite von *Merw* 37° 41′ (Bd.1 , S. LXVII), Auszüge aus dem Werke sind enthalten vor allem Bd. 1, S. 269—271 u. 279—281. *al Châzinî* sagt z. B. „Es sagen die Inder, Chinesen und *Chwarizmî* u. s. f.

In seinen Briefen über die orientalischen Manuskripte u. s. w. in den Bibliotheken Italiens teilt G. von Hammer (Lettera III, p. 31—40, Bibliotheca Italiana o sia Giornale di Litteratura, Science ed Arti Bd. 46, Milano 1827) etwa folgendes mit: „*Ez-zige es-sangiari*, die Ephemeriden des Sultan *Sangar*, des Sohnes von *Melikschah*, des Sohnes von *Alparslan*, d. h. die für ihn von dem Astronomen *Abû Manṣûr ʿAbd al Raḥmân al Châzinî* zusammengestellten. Diese Ephemeriden sind nicht weniger berühmt als die von *Ulug Beg* von *Naṣîr al Dîn al Ṭûsî* und von *Ibn Jûnis*, die in Europa publiziert wurden. Prächtige Handschrift von 189 Blättern, größtes Format mit dem in kufischer Schrift geschriebenen Titel. Der Vezier des Sultan *Sangar*, welcher dieses höchst schätzenswerte Werk unterstützte, war *ʿAbd al Razzâq* (?) *Ibn ʿAbd Allâh Ibn Isḥâq*. Da diese Astronomie bisher in Europa unbekannt war, so muß diese Handschrift zu den wertvollsten Schätzen des Vatikan gezählt werden."

Die Tafeln scheint Georgius Chrysococca benutzt zu haben und sie sind wohl von Theodorus Meliteniota erwähnt (vgl. dazu Usener Programm Bonn 1876, S. 15).

[2]) Über diesen Sultan und seine Taten handelt sehr ausführlich *Mirchond*. Vgl. *Mirchonds* Geschichte der Seldschuken von J. A. Vullers S. 154. Gießen 1837.

al Châsimî war in Bagdad ansässig und weissagte aus den Sternen; die Menschen folgten ihm in dem, was er sagte. Als die sieben Sterne (Sonne, Mond und die 5 Planeten) sich im Sternenbild der Wage im Jahre 582 d. H. (1186 n. Chr.) vereinigten, da prophezeite er, daß dann eine heftige Luftbewegung entstehen würde. Das merkten sich die Leute. Die anderen Astronomen stimmten ihm bei, außer einem Mann mit Namen *Scharaf al Daula al ʿAsqalanî* (aus Askalon), der in Ägypten ansässig war, der aus der ganzen Konstellation ableitete, daß an dem Tag und der Nacht, für die sie vor dem Eintreten der Luftbewegung gewarnt hatten, kein Lüftchen wehen würde.

Die Menschen machten in den ebenen Gegenden Keller und in den Bergen Höhlen, um vor den heftigen Winden geschützt zu sein. Der prophezeite Tag fiel in die Jahreszeit des Sommers und es war gewaltig heiß, ohne daß sich ein Lüftchen regte. Die Astronomen waren dadurch blamiert und die Menschen schmähten auf die meisten von ihnen. Hierüber verfaßten dann die Dichter zahlreiche Gedichte; unter ihnen war *Abu'l Ġanâim Muḥammed Ibn al Muʿallim al Wâsiṭi*. Er sagt über *al Châsimî*, den Astronomen.

Sage dem *Abû Faḍl* die Rede eines Kenners. Es ging vorüber der *Gumâdâ* und es kam zu uns der *Raǵab*.

Und nicht kam ein Sturmwind wie sie prophezeiten und nicht zeigte sich ein Komet.

Keineswegs! Und nicht war die Sonne (*Ḍukâ*) finster und nicht riefen hervor einen Schaden hinter sich die Sternschnuppen [1]).

Einer bestimmt darüber im Voraus, der nicht weiß, was über ihn bestimmt ist. Das ist das Wunderbare.

So wirf denn die astrologische Tabelle in den Euphrat. Und besser als das Messing des Astrolabs ist das Holz.

Offenbar ist die Lüge der Astronomen geworden und worüber sie auch geredet haben, sie haben nicht gelogen [2]).

Einer (d. h. Gott) ist es, der die Sache leitet; nicht sind die sieben (Gestirne) die Ursache für jedes Ereignis.

Nicht Jupiter, der Tadellose und Saturn der Ewigdauernde und nicht die Venus und nicht der Polarstern.

Gepriesen sei *Allâh*, an den Tag kommt die Wahrheit, zerrissen ist das so Weiterfortgehen [mit den Lügen] und die Zweifel hören auf.

So mögen denn die, die sich dies anmaßen, das für Nichts erklären, was sie in ihren Büchern niedergelegt und die Bücher mögen verbrannt werden [3]).

Das Werk selbst ist im Jahre 515 d. H. (1121/22) verfaßt für den reichen (der Text hat *maʿmûra* statt *maʿmûda* wie

[1]) Die Sternschnuppen werden von den Engeln nach den Teufeln geschleudert, welche die Geheimnisse Gottes erlauschen wollen; auch von Ginnen (Geistern) nach Menschen werden sie, um ihnen zu schaden, geworfen (vgl. Koran-Kommentare, Tausend und eine Nacht u. s. w.

[2]) Das ist wohl ironisch gemeint

[3]) Dies erinnert an das Verbrennen der Bücher *Ibn al Haiṭams* u. a. vgl. E. Wiedemann, *Ibn al Haiṭam* Festschrift für Prof. Rosenthal S. 176. 1906.

Khanikoff liest) Schatz des oben erwähnten Sultans *Abu'l Hârit Sangar Ibn Malikschâh Ibn Alp Arslân.*

Entsprechend einem weitverbreiteten Brauch bei muslimischen Schriftstellern wird der Schrift eine allgemeine Betrachtung vorausgeschickt, in der die Wage mit der Gerechtigkeit verglichen wird; es wird auf die Wichtigkeit der Wage als „Kriterium richtigen Urteils", als „Zunge der Gerechtigkeit" hingewiesen. Dabei werden zahlreiche *Qorân*stellen angeführt. Es heißt dann:

„Die Wage der Weisheit ist etwas, das von dem menschlichen Geiste ausgearbeitet und durch den Versuch und die Prüfung vervollkommnet worden ist, sie ist von großer Bedeutung wegen ihres Nutzens und weil sie geschickte Künstler ersetzt.

Dann werden die Vorzüge der Wage erörtert s. w. u.

Al Châzinî hat eine Reihe Werke griechischer Gelehrter benutzt und Auszüge aus ihnen gegeben. Es sind folgende:

1. Von Euklid die Schrift über die Schwere und Leichtigkeit (vgl. S. 37).

2. Von Archimedes Hauptprobleme über die Schwere und Leichtigkeit, es sind die bei E. Wiedemann, Beitr. VII, S. 152 besprochenen. Eine Wage, die von Archimedes herrühren soll, ist ausführlich behandelt (s. o. S. 52).

3. Von Menelaus sind eine Reihe von Sätzen an verschiedenen Stellen gegeben. Sie sind wohl sämtlich entnommen einem Werk, das die Araber mit etwas verschiedenen Titeln bezeichnen; im *Fihrist* und bei *al Qiftî* heißt es: Kenntnis der Quantität, in welche gemischte Körper getrennt werden, an den König Domitianus, während *al Bêrûnî*[1]) einen Abschnitt be-

[1]) Das Werk von *al Bêrûnî*, in dem sich die Stelle befindet, trägt den Titel Über das Verhältnis, das zwischen den Metallen und den Edelsteinen besteht (vgl. zu demselben E. Wiedemann, Beiträge VIII, S. 163 und Verh. der D. physik. Gesellsch. Bd. 10, S. 349. 1908). Im späteren wird kurz diese Schrift als *al Bêrûnî* über die spez. Gewichte bezeichnet werden. Zahlen für die spezifischen Gewichte ganz in unserem Sinn haben die Muslime nicht angegeben, sondern die Gewichte des Wassers, die von gleichen Gewichten der verschiedenen Substanzen verdrängt werden. Daher findet sich auch häufig die Bemerkung, daß man Wasser von einem bestimmten Orte nehmen bezw. eine Umrechnung vornehmen muß. An diese Zahl schließen sich dann entsprechende Umrechnungen an. Das Werk von Menelaus ist noch vollständig

ginnt: Anfang des Werkes von Menelaus an *Ṭumâṭijânûs*, den König, über den Kunstgriff (*Ḥîla*), der die Menge eines jeden einzelnen von einer Anzahl von gemischten Körpern kennen lehrt.

Von Interesse ist hier die Bemerkung von *al Châzinî*, der griechische Gelehrte habe auch die Zusammensetzung von Mischungen aus drei Komponenten aus den spezifischen Gewichten ermittelt; das sei aber nicht möglich.

Von Pappus dem Byzantiner (*al Rûmî*) wird das Aräometer sehr eingehend behandelt.

Von arabischen Gelehrten, die sich mit der Wage des Wassers (*Mîzân al Mâ*) befaßten, nennt *al Châzinî* aus den Tagen *al Mamûns* (813—833) *Sind Ibn ʿAlî* († ca. 864, Suter Nr. 24), *Juḥannâ Ibn Jûsuf*[1]) und *Aḥmad Ibn al Faḍl al Massâḥ* (d. h. der Feldmesser)[2]), aus den Tagen der *Sâmâniden Muḥammed Ibn Zakkarîjâ al Râzî* (Suter Nr. 93), den großen Arzt († 932), der eine Abhandlung über diesen Gegenstand verfaßte, von dem er in dem Buch der zwölf (nicht elf, wie Kh. hat)[3]) handelt; er nannte diese Wage die physikalische Wage; in den Tagen der *Dailamitischen* Dynastie[4]) befaßten sich damit *Ibn al ʿAmîd* († ca. 970, Suter Nr. 125), ein Vezier des *Bujiden Rukn al Daula* (932—976) und der große Philosoph *Ibn Sîna* († 1037, Suter Nr. 198). Die beiden letzteren unterschieden (die Komponenten) eines gemischten Körpers und zwar wissenschaftlich und theoretisch, sie schrieben

---

arabisch im Eskurial vorhanden (Manuskript 960, fol. 43 r°—50 v°, nach *Casiri* Nr. 955). Dort heißt nach einer freundlichen Mitteilung des leider zu früh verstorbenen Prof. Derenbourg an Herrn Prof. Wiedemann der Titel: Buch des *Milâus* an *Ṭarṭâs*, den König über den Kunstgriff, mittelst dessen man die Menge kennen lernt u. s. w. Nach den von Herrn Prof. Derenbourg mitgeteilten Stellen ist die Handschrift relativ schlecht.

[1]) Dieser *Juḥannâ Ibn Jûsuf* kann kaum der von Suter Nr. 131 aufgeführte sein, da letzterer ca. 980 gestorben ist.

[2]) *Aḥmad Ibn al Faḍl al Massâḥ* habe ich nicht identifizieren können.

[3]) Das Buch der zwölf heißt im *Fihrist* (S. 358) Das Werk, das in 12 Bücher eingeteilt ist. Eines derselben behandelt die Steine. *al Bêrûnî* führt es in seinem Werk über die spez. Gewichte an.

[4]) Zu den *Sâmâniden*, *Dailamiten*, *Bujiden* vgl. A. Müller, Der Islam, Bd. 1, S. 564 u. Bd. 2, S. 35. Die erste Dynastie herrschte von 874—999, die zwei anderen von 932—1055, sie führten nicht den Titel *Sultân*, sondern *Amîr* und *Malik* (vgl. Lane-Poole The Moham. Dynasties S. 131 u. 139, London 1894.

aber kein Werk über diesen Gegenstand. In den Tagen des Hauses von *Nâsir al Dîn* befaßte sich damit *Abu'l Raihân al Bèrùnî*, (Suter Nr. 218 und sehr ausführlich in den Nachträgen) und bestimmte mit ihr das Verhältnis der Metalle und Edelsteine, des einen zum andern, und gelangte dazu, die einen von den anderen zu unterscheiden genau und wissenschaftlich ohne Schmelzen und Reinigen, auf arithmetischem (rechnerischem) Wege. — Einige dieser Gelehrten fügten der Wage eine dritte Wagschale bei[1]), die mit der einen der gewöhnlichen Wagschalen verbunden war um das Gewicht nach dem Betrag des Emporhebens (*Schaul* Auftriebes) einer der Wagschalen im Wasser zu bestimmen. Sie brachten durch diese Ergänzung einige Erleichterungen. Unter der zur Zeit *al Châzinîs* herrschenden Dynastie hat der große Philosoph und Mathematiker *Imâm Abû Ḥafṣ ʿOmar al Chajjâmî* († ca. 1123, Suter Nr. 266) sich eingehend mit Wasserwagen beschäftigt; er hat die früheren Ausführungen geprüft, die Richtigkeit der Beobachtungen nachgewiesen und ihre Verwendung bei einem speziellen Wasser erörtert, ohne daß man doch eine besondere (bezeichnete) Wage benutzte. Sein Zeitgenosse *Abû Ḥâkim al Muzaffar Ibn Ismaîl al Asfizârî*[2]) hat sich ebenfalls eingehend mit ihr befaßt und ihre Benutzung erleichtert; er fügte noch zwei bewegliche Schalen bei um zwischen zwei gemischten Substanzen zu unterscheiden (es sind dann 5 solche Schalen). Er wies auf die Möglichkeit hin die Punkte der Metalle auf dem Balken abzulesen und zu beobachten für eine bestimmte Wasserart[3]). Er wies nicht auf die Größe der Abstände von der Achse hin (er bezeichnete sie nicht), indem er Teile und Zahlen anwandte, auch wies er nicht auf eine ihrer Anwendungen hin; er gab nur die Gestalt der Wage. Er nannte die Wage auch Wage der Weisheit. — Nach ihnen allen kam *al Châzinî* (d. h. der Verfasser der vorliegenden Schrift).

[1]) Die Zusatzschalen werden unten besprochen werden.

[2]) *al Asfizârî* kann wohl nicht sicher mit dem von Suter (Nr. 268) erwähnten *Muzaffar al Isfarledi* identisch sein, da dieser etwa 1150 lebte, während *al Châzinî* sein Werk 1121/22 schrieb und ihm wohl schon einige Zeit vorher die Wage des *Asfizârî* bekannt gewesen sein muß. Khanikoff liest *Isfuzârî*; die Lesung *Asfazarî* oder *Asfazuri* ergibt sich aus *Jâqût* Bd. 1, S. 248.

[3]) Es werden auf den Balken Marken angebracht, an denen man, wenn eine Schale ins Wasser taucht, ersieht, mit welchem Metall man es zu tun hat.

Von den oben genannten Gelehrten sind die ersten bis einschließlich *al Râzî* von *al Bêrûnî* in seiner Schrift über die spez. Gewichte genannt und vielleicht von dort von *al Châzinî* entnommen.

Im allgemeinen ist zu den genannten Namen zu bemerken, daß sie sich nicht allein auf Männer beziehen, welche Wagen konstruierten, sondern auch auf solche, die spez. Gewichte ermittelten, so wissen wir von *al Massâḥ* aus *al Bêrûnîs* (s. o.) Schrift, daß er das Verhältnis der Gewichte gleicher Volumina der Metalle durch Gießen derselben in gleich große Formen bestimmte und *al Bêrûnî* bestimmte sie für alle Körper aus den verdrängten Wassermengen.

Aus der obigen Ausführung ergibt sich, eine wie lange Entwicklung vorausgehen mußte, ehe ein so vollkommenes Instrument, wie die „Wage der Weisheit", entstehen konnte. Wir sehen ferner, daß die Gestalt dieser Wage ihr im wesentlichen von *al Asfizârî* gegeben wurde, daß aber *al Châzinî* sie doch noch wesentlich vervollkommnete.

Al Châzinî teilt sein ganzes Werk in drei große Teile, deren reicher Inhalt im einzelnen die Inhaltsangabe ersehen läßt. Teil 1 gibt Allgemeines und Einleitendes, sowie Historisches. Teil 2 behandelt die Wage der Weisheit im speziellen; zugefügt sind Kapitel über das Wechseln, die Münze u. s. w. Teil 3 enthält neue elegante Anordnungen.

Wir geben im Folgenden eine Übersetzung des Inhaltes.

Inhalt des Werkes „Wage der Weisheit", die die Universalwage (*al Mîzân al gâmi'*) heißt, in 8 *Maqâlas*[1]).

Teil I.

Maqâla I[2]).

Die geometrischen und physikalischen Prämissen, auf welchen die Wage beruht.

1. Haupttheoreme über die Schwerpunkte von *Ibn al Haiṯam al Baṣrî* und *Abû Sahl al Kûhî*.

---

[1]) Die einzelnen Abschnitte fangen im Arabischen stets mit „*fî*" „über" an. Ich habe dies meist fortgelassen. — *Ma'rifa* ist meist mit „Bestimmung" übersetzt, da auch die Methoden zur Erlangung der Kenntnis mitgeteilt sind.

[2]) Einige der *Maqâlas* werden noch in Teile *Qism* geteilt, doch sind die Kapitel (*Bâb*) einer jeden *Maqâla* durchnummeriert.

2. Haupttheoreme von Archimedes.
3. Haupttheoreme von Euklid.
4. Haupttheoreme von Menelaus.
5. Einzelne Theoreme über Schwere und Leichtigkeit.
6. Probleme in bezug auf das Schiff und die Tiefe seines Einsinkens.
7. Über das Meßinstrument für Flüssigkeiten *(Mâ'iât)* von dem Griechen Pappus.

Maqâla II.

Erklärung des Gewichtes und die Verschiedenheit seiner Ursachen nach *Ṯâbit Ibn Qurra*. — Prämissen über die Schwerpunkte und Herstellung der Schnellwage (*Quffân*) nach *Muẓaffar al Isfazârî*.

1. Qualität des Gewichtes und Verschiedenheit seiner Ursachen nach *Ṯâbit Ibn Qurra*.
2. Erklärung der Schwerpunkte.
3. Horizontalität des Wagbalkens.
4. Herstellung der Schnellwage, ihrer Zeichen und Anwendung derselben.
5. Umwandlung der bezeichneten (geteilten) Schnellwage von einem Gewicht in ein anderes.

Maqâla III.

Über das Verhältnis zwischen den Metallen und den Edelsteinen im Volumen von *Abu'l Raiḥân Muḥammad Ibn Aḥmed al Bêrûnî*.

1. Verhältnis der schmelzbaren Metalle und ihrer Gewichte mittelst der Beobachtung und Erwägung (*I'tibâr*).
2. Beobachtung der Edelsteine und ihr gegenseitiges Verhältnis im Volumen.
3. Beobachtung von Gegenständen, deren man gelegentlich bedarf.
4. Beobachtung der Kubikelle Wassers, des Gewichtes der Kubikelle der Metalle und des Gewichtes der mit Gold erfüllten Erde.
5. Zahl der *Dirham* bei fortgesetzter Verdoppelung der Schachbrettfelder und ihre Zusammenfassung in Behältern, ihre Aufbewahrung im Schatz und Angabe der Lebensdauer, während deren sie verzehrt werden können (vgl. dazu E. Wiedemann, Beiträge XIV).

Maqâla IV.

Bericht über die hydrostatischen Wagen (Wagen des Wasser), welche die alten und die neuen Gelehrten erwähnt haben, über ihre Gestalten und ihre Anwendung.

1. Wage des Archimedes, von der Menelaus berichtet und ihre Anwendung.
2. Wage des Menelaus und Methoden, mittelst deren er zwischen zusammengesetzten [und nicht zusammengesetzten] Metallen unterschied.
3. Kommentar zu der Ausführung von Menelaus dem Weisen über die Gewichte der Metalle.
4. Bericht über die physikalische Wage von *Muḥammad Ibn Zakkarîjâ al Râzî*.

5. Hydrostatische Wage in der Form, wie sie der *Imâm 'Omar al Chajjâmî* besprochen hat, ihre Anwendung und der sie betreffende Beweis.

Teil II.

Maqâla V.

Herstellung der Wage der Weisheit, ihre Zusammensetzung, ihre Prüfung und ihre Beschreibung.

1. Herstellung ihrer Glieder, wie es *al Muẓaffar Ibn Isma'îl al Isfazârî* angegeben hat.

2. Zusammensetzung derselben und Anordnung der Verbindung der Glieder.

3. Beschreibung der Wage und detaillierte Angabe ihrer Namen und Glieder.

4. Prüfung der Wage und Angabe dessen, was ihr zustößt oder zustoßen kann.

Maqâla VI.

Herstellung (*Ittichâḏ*) der speziellen Gegengewichte (*Ṣanga*). Art ihrer Anwendung, Unterscheidung zwischen gemischten Metallen mittelst der zwei beweglichen Wageschalen und Unterscheidung eines jeden der beiden Komponenten in wissenschaftlicher Weise, mit geringster Mühe und ihre Spezifizierung durch eine Rechnung und Gewicht, das dem Werte der Edelsteine entspricht.

1. Herstellung der speziellen Gegengewichte in bezug auf Leichtigkeit und Schwere.

2. Horizontieren der Wage der Weisheit, Art des Wägens der Gegenstände mit ihr und Aufzählung der Arten der Wägung.

3. Art der Anbringung der Punkte der Metalle und Edelsteine auf der Wage durch Beobachtung und Tabellen.

4. Bestimmung der Unverfälschtheit der Metalle unter Anwendung der beiden beweglichen Schalen und der Edelsteine, sei es für sich im natürlichen Zustand oder wenn sie teils natürlich sind, teils gefärbt. Ferner Unterscheidung der verschiedenen Mischungen voneinander, ohne daß man sie schmilzt oder raffiniert mit kleinster Mühe und in kürzester Zeit, vorausgesetzt, daß sie aus je zwei Komponenten bestehen, ohne Hinzutreten von etwas ähnlichem.

5. Unterscheidung zwischen ihnen mittelst der Rechnung bei Anwendung der beweglichen Schale auf klarste Weise und mit leichtester Rechnung, unter Beifügung des Beweises.

6. Verhältnis der Metalle nach ihren Luft- und Wassergewichten und des Volumens, wenn sie untereinander im Gewicht gleich sind, mittelst der Rechnung allein, ohne Anwendung der Wage.

7. Seltsamkeiten der Theoreme.

8. Bestimmung des Gewichtes zweier Metalle in der Luft, wenn ihre Gewichte im Wasser gleich sind.

9. Seltsamkeiten der Theoreme und Bestimmung des Metalles aus seinem Gewicht und umgekehrt.

10. Bericht von *Abu'l Raihân al Bêrûnî* über den Wert der Edelsteine in vergangenen Zeiten[1]).

Maqâla VII[2]).

Über die Geldwechslerwage (*Mîzân al Ṣarf*), ihre Adjustierung für jedes gegebene Verhältnis des Gewichtes der *Dirham* oder *Dinâre* mittelst geeigneter Gegengewichte (*Ṣang.*). Bestimmung des „Wechsels" und Wertes jedes Metalles und Edelsteines, ohne Zuhilfenahme der Gegengewichte. Einrichtung der Wage entsprechend dem Verhältnis von Steuer und Versteuertem, von Wert und zu Bewertendem und Festsetzung der Dinge durch sie.

1. Bericht über die Verhältnisse, welche man bei den Geschäften braucht.

2. Adjustierung und Abgleichung der Wechslerwage.

3. Gewichte der *Dirham* und *Dinâre* mittelst geeigneter Gegengewichte.

4. Über Wechselgeschäft, Bestimmung des Wertes ohne Zuhilfenahme von Gegengewichten.

5. Theoreme in bezug auf die Münze und seltsame Theoreme in bezug auf das Wechselgeschäft.

6. Wage der *Dirham* und *Dinâre* ohne Zuhilfenahme von Gegengewichten.

7. Über die Wage für die Erde; Horizontieren ihrer Oberfläche und Vertikalstellen der Oberflächen der Wände.

8. Über den geraden *Quṣṭâs* (eine Art Schnellwage); Wägen mittelst desselben von einem Korn (*Ḥabba*) bis zu 1000 *Dirham* und *Dinâren* mit drei Laufgewichten (*Rummâna*).

Teil III.

Maqâla VIII.

Über die Stundenwage

1. Herstellung ihres Balkens und über das, was an Rechnung auf ihm sich befindet.

2. Herstellung des Wasser- oder Sandbehälter (*Chizâna*) und was mit ihm zusammenhängt.

3. Über die Zeichen (Striche) und die 3 *Rummâna*.

4. Kenntnis der Stunden und ihrer Bruchteile.

5. Herstellung der „feinen" (*laṭîf*) Wage, ihre Anwendung für die Zeiten und deren Bruchteile.

Nach der Besprechung einer unserer Hauptquellen wenden wir uns zu der Wiedergabe einer Reihe von Resultaten und Sätzen, die von den Arabern für die Lehre vom Schwerpunkt und den Hebeln gewonnen worden sind.

---

[1]) Diese Stellen sind aus dem Werk *al Bêrûnîs* Kollektaneen zur Kenntnis der Edelsteine, das im Eskorial noch vorhanden ist (*Casiri* Nr. 900, jetzt Nr. 905) entnommen.

[2]) Die Verteilung der folgenden Kapitel unter die *Maqâla* VII u. VIII in der Publikation im Oriental Journal ist nicht richtig; offenbar haben sich in Khanikoffs Manuskript, das er eingeschickt hat, Irrtümer befunden.

Bei *al Afkânî*[1]) wird in seiner Enzyklopädie besonders eine Wissenschaft von den Schwerpunkten erwähnt. Sie behandelt die Frage, wie man den Schwerpunkt eines getragenen (unterstützten) Körpers findet. Unter dem Schwerpunkt versteht man einen Grenzpunkt (*Ḥadd*) innerhalb des Körpers, bei dem er im Gleichgewicht ist und zwar durch die Beziehung zum tragenden Körper. Der Nutzen dieser Wissenschaft beruht auf der Kenntnis, wie man das Gleichgewicht großer Körper mit kleineren dadurch herstellt, daß man den Abstand berücksichtigt, wie bei dem *Qarasṭûn*.

Über die theoretischen Grundlagen der Wage überhaupt spricht sich *al Châzinî* in der allgemeinen Einleitung in sehr interessanter Weise aus; in der Einleitung zur Lehre vom Schwerpunkt u. s. w. wiederholt er dasselbe in etwas anderer Form.

An der ersten Stelle (S. 10) sagt er etwas gekürzt.

Die richtig zeigende (gerechte *ʿadl*) Wage ist auf geometrische Beweise gegründet und aus physikalischen Ursachen abgeleitet und zwar von zwei Seiten. 1. Die eine bezieht sich auf die Schwerpunkte, nämlich die Kenntnis der Gewichte der schweren Körper, die in ihrem Betrage verschieden sind durch die Unterschiede der Gegenstände, welche ihnen das Gleichgewicht halten[2]), darauf beruht die Schnellwage (*Qaffân*). 2. Die Kenntnis des Gewichtes der schweren Körper, deren Beträge verschieden sind, je nach den Unterschieden der Flüssigkeiten an Feinheit (*Daqqa*) und Dicke (Geronnensein, *Chuṯûra*), in die der gewogene Körper eingetaucht ist; darauf beruht die Wage der Weisheit. —

Die Alten haben auf diese beiden Prinzipien ihre Aufmerksamkeit in der Weise gerichtet, wie sie versteckte Dinge herausbrachten und verborgene in den Wissenschaften deutlich machten. Wir wollen das aus diesem Gebiet zusammenstellen, was uns aus ihren Schriften nützlich ist, ferner aus denen derjenigen, die nach ihnen kamen und was wir selbst durch Nachdenken fanden.

Wir geben zunächst eine Übersetzung des Abschnittes über die Schwerpunkte u. s. w. aus *al Châzinîs* Wage der Weisheit, dieselbe unterscheidet sich nur wenig im Sinn von derjenigen von Khanikoff.

---

[1]) Nach F. Kern wird der von E. Wiedemann als *al Anṣârî*, nach Steinschneider als *al Sachâwî* genannte Mann besser als *al Afkânî* bezeichnet um ihn von anderen zu unterscheiden.

[2]) Der Sinn ist wohl, daß scheinbar ein und derselbe Körper verschiedene Gewichte haben kann, da ihm in verschiedenen Abständen verschiedene Gewichte das Gleichgewicht halten.

Über die physikalischen und mathematischen Prämissen. Wir sagen — und bei Gott ist die Leitung — daß das Verstehen der Haupttheorien, die sich beziehen auf die Schwerpunkte, Schwere und Leichtigkeit und die Art, wie sie sich unterscheiden in den Flüssigkeiten und in der Luft und in bezug auf das zu Bodensinken und das Auftauchen, ich meine die gesamte Wissenschaft über die Schwere und die Leichtigkeit und das Sinken der schweren Körper in dem Wasser entsprechend den durch die Tradition überlieferten Berichten; [wir sagen daß das Alles] von sehr großem Nutzen in der Wissenschaft von der Wage der Weisheit ist und die Vorstellung ihrer Ideen erleichtert; kehrt man dann zu diesen zurück, als ein Forscher auf Grund von Beweisen, so erfaßt man sie durch den Gedanken allein, ohne daß man sich nach allen Richtungen bemüht. Sie werden in 7 Kapiteln abgehandelt.

Kapitel I. Haupttheorie in bezug auf die Schwerpunkte nach *Abû Sahl al Kûhî* (Suter Nr. 178) und *Ibn al Haitam al Basrî* (Suter Nr. 204); sie sind eine Hilfe, für den der sich in sie versenkt bei der Erfassung ihrer Ideen. In neun Abschnitten.

Abschnitt 1. 1. Die Schwere (*Tiql*)[1]) ist die Kraft, durch die der schwere Körper nach dem Weltmittelpunkt bewegt wird. 2. Der schwere Körper ist derjenige, der durch eine ihm innewohnende Kraft stets nur nach dem Mittelpunkt der Welt bewegt wird, d. h. der schwere Körper ist derjenige, der eine Kraft besitzt, die ihn nach dem Mittelpunkt bewegt und stets in der Richtung, auf der der Mittelpunkt gelegen ist; diese Kraft bewegt ihn nicht nach einer anderen als der eben genannten Richtung; die Kraft wohnt ihm inne und ist nicht von außen erworben und trennt sich nicht von ihm, so lange er an einem anderen Punkt als dem Mittelpunkt sich befindet. Er wird durch sie stets bewegt, so lange er nicht durch ein Hindernis daran verhindert wird, bis er zum Mittelpunkt der Welt gelangt.

Abschnitt 2. 1. Von den schweren Körpern, die sich in der Kraft unterscheiden, haben diejenigen die größere Kraft, welche die dichten (dichteren) sind [bei gleichem Volumen]. 2. Die, die die kleinere Kraft haben, sind die dünneren (*sachîf*). 3. Jedesmal, wenn die Dichte stärker ist, ist die Kraft größer. 4. Jedesmal, wenn die Dünnheit (*Sachûfa*) größer ist, ist die Kraft kleiner. 5. Die an Kraft gleichen Körper sind diejenigen, welche an Dichte und Dünne gleich sind, von denen gleiche Beträge (*Maqâdîr*), die an Gestalt gleich sind, gleiches Gewicht haben. Wir nennen diese Körper die in der Kraft gleichen. 6. Die an Kraft verschiedenen Körper sind die diejenigen, welche nicht so [wie eben geschildert] beschaffen sind, wir nennen sie die an Kraft verschiedenen.

[1]) Zu der verschiedenen Bedeutung von *Tiql* Pl. *Atqâl* vgl. S. 33, Anm. 2. Es heißt z. B. die „Schwere“ wird beim Entfernen vom Drehpunkt größer.

Abschnitt 3. 1. Bewegt sich ein schwerer Körper in einer Flüssigkeit (*Ruṭba*), so erfolgt seine Bewegung in ihr entsprechend deren Flüssigkeit Liquidität (wörtlich Flüssigkeit *Ruṭûba*). In dem flüssigeren Körper erfolgt die Bewegung schneller. 2. Bewegen sich in einem flüssigen Körper zwei Körper von gleichem Volumen, von ähnlicher Gestalt, aber von verschiedener Dichte, so ist in ihr die Bewegung des dichteren Körper schneller. 3. Bewegen sich zwei Körper von gleichem Volumen, gleicher Kraft, aber verschiedener Gestalt, so ist die Bewegung desjenigen, bei dem die Flüssigkeit einer kleineren Oberfläche begegnet, die schnellere. 4. Bewegen sich in einer Flüssigkeit zwei Körper von gleicher Kraft aber verschiedenem Volumen, so ist die Bewegung des größeren die langsamere.

Abschnitt 4. 1. Schwere Körper können gleich an Schwere sein und doch verschieden an Kraft, falls sie verschiedene Gestalt besitzen. 2. An Schwere gleiche Körper sind solche, welche, wenn sie sich in ein und demselben flüssigen Körper von demselben Punkte aus bewegen, dieselben Bewegungen haben, d. h. in gleichen Zeiten gleiche Strecken durchlaufen. 3. Die an Schwere verschiedenen Körper sind solche, die, wenn sie sich in der eben beschriebenen Weise bewegen, verschiedene Bewegung zeigen; der an Schwere größere hat die schnellere Bewegung. 4. Die an Kraft, Volumen und Gestalt gleichen Körper, die sich gleich weit vom Mittelpunkt der Welt befinden, sind gleiche Körper. 5. Bei jedem schweren Körper, der sich im Mittelpunkt der Welt befindet, liegt der Mittelpunkt der Welt in seiner Mitte. All seine Teile und all seine Seiten neigen sich in gleicher Weise dem Weltmittelpunkt zu. Jede durch den Weltmittelpunkt gelegte Ebene teilt den Körper in zwei Teile, deren Schweren sich in bezug auf diese Ebene das Gleichgewicht halten. 6. Jede Ebene, die den Körper schneidet, aber nicht durch den Weltmittelpunkt geht, teilt ihn in zwei Teile, die sich nicht in bezug auf die Schwere das Gleichgewicht halten. 7. Der Punkt eines schweren Körpers, der mit dem Weltmittelpunkt zusammenfällt, falls der Körper in ihm in Ruhe ist, heißt der Mittelpunkt der Schwere (Schwerpunkt) dieses Körpers.

Abschnitt 5. 1. Zwei Körper, die sich in bezug auf einen gegebenen Punkt P[1]) das Gleichgewicht halten, sind solche, bei denen, wenn sie durch einen schweren Körper K verbunden werden, dessen Schwerpunkt dieser Punkt P ist, wobei ihre beiden Schwerpunkte zu beiden Seiten von P gelegen sind und zwar auf einer durch P gehenden geraden Linie, es möglich ist, daß sich die Lage dieses Körpers K nicht verändert und dieser Punkt P wird der Schwerpunkt des ganzen Systems. 2. Zwei Körper, die sich in der Schwere das Gleichgewicht in bezug auf eine gegebene Ebene halten, sind solche, bei denen, wenn sie durch einen schweren Körper K, dessen Schwerpunkt auf dieser Ebene liegt, verbunden werden, es möglich ist, daß sich die Lage dieses Körpers K nicht verändert und der Schwerpunkt des Ganzen liegt auf dieser Ebene. 3. Die Körper, welche demselben schweren Körper, nämlich in bezug auf denselben Mittelpunkt, das Gleichgewicht halten, sind gleich. 4. Fügt man zu Schweren, die in Bezug auf diesen Punkt das Gleichgewicht sich halten, [Körper] hinzu

[1]) Der arabische Text hat keine Buchstaben P, K u. A.

und ändert sich der Mittelpunkt der beiden Schweren nicht, so ist das Ganze in bezug auf diesen Mittelpunkt im Gleichgewicht. 5. Fügt man zu Schweren, welche sich in bezug auf eine bestimmte Ebene das Gleichgewicht halten, Schweren hinzu, welche in bezug auf diese Ebene im Gleichgewicht sind, so ist das ganze in bezug auf diese Ebene im Gleichgewicht. 6. Derselbe Satz wird für das Fortnehmen von Schweren aufgestellt. 7. Ist ein schwerer Körper A mit einem anderen schweren Körper B im Gleichgewicht, so hält er weder mit seiner ganzen Schwere noch mit einer größeren einem Teil des Körpers B das Gleichgewicht, so lange man nicht die Lage von einen von ihnen verändert. 8. Körper, die an Kraft, Volumen und Gestalt gleich sind und für die die Abstände ihrer Schwerpunkte von ein und demselben Punkt gleich sind, halten sich in bezug auf diesen Punkt das Gleichgewicht; sie halten sich auch das Gleichgewicht in bezug auf eine Ebene, die durch diesen Punkt hindurchgeht. Die Lage dieser Körper in bezug auf diese Ebene ist eine gleiche (ähnliche). 9. Die Summe der Schweren von zwei schweren Körpern ist größer als die Schwere von jedem einzelnen. 10. Schwere Körper mit gleichem Abstand vom Mittelpunkt der Welt sind solche, für welche die vom Mittelpunkt der Welt zu ihren Schwerpunkten gezogenen Linien gleich lang sind.

Abschnitt 6. 1. Jeder schwere Körper, der sich nach dem Weltmittelpunkt bewegt, überschreitet diesen nicht und ist er zu ihm angelangt, so hört seine Bewegung auf (der Satz ist bekanntlich falsch). 2. Hört seine Bewegung auf, so ist die Neigung aller seiner Teile gegen den Mittelpunkt die gleiche. 3. Hört seine Bewegung auf, so ändert sich die Lage des Mittelpunktes [der Schwere] nicht. 4. Bewegen sich zum Mittelpunkt [der Welt] mehrere schwere Körper und stellt sich ihnen kein Hindernis entgegen, so treffen sie sich im Mittelpunkt [der Welt]; die Lage ihres Schwerpunktes wird eine solche, daß sie sich nicht ändert[1]). 5. Jeder schwere Körper hat einen Schwerpunkt. 6. Jeder schwere Körper wird durch eine Ebene, die von seinem Schwerpunkt ausgeht, in zwei Teile geteilt, die sich in bezug auf die Schwere das Gleichgewicht halten. 7. Teilt eine Ebene den Körper in zwei sich das Gleichgewicht haltende Teile, so liegt der Schwerpunkt auf dieser Ebene. 8. Sein Schwerpunkt ist ein einziger Punkt.

Abschnitt 7. 1. Sind zwei Körper miteinander verbunden, so daß ihre gegenseitige Lage unveränderlich ist, so hat das ganze System einen Schwerpunkt, der nur ein einziger Punkt ist. 2. Sind zwei schwere Körper durch einen schweren Körper verbunden, dessen Schwerpunkt auf der geraden Verbindungslinie ihrer Schwerpunkte gelegen ist, so liegt auch der Schwerpunkt des Ganzen auf dieser Linie. 3. Jeder schwere Körper hält einem schweren Körper das Gleichgewicht und jeder Körper der ihm an Schwere gleich ist, hält diesem schweren Körper das Gleichgewicht falls man nicht die Schwerpunkte verändert. 4. Hat man zwei sich das Gleichgewicht haltende Körper A und B, nimmt den einen fort (A) und legt an die Stelle seines Schwerpunktes

[1]) Ganz entsprechend ist bei Pappus (ed. Hultsch, S. 1030, Z. 18) davon die Rede, daß alles was Schwere hat, eine Neigung nach dem Mittelpunkt der Welt besitzt.

einen schwereren Körper (C) als er, so hält dieser (C) dem zweiten (B) nicht mehr das Gleichgewicht, sondern nur einem schwereren Körper als diesem.

Abschnitt 8. 1. Der Schwerpunkt eines jeden Körpers mit ebenen Flächen und gleichen Teilen ist sein Mittelpunkt d. h. der Schnittpunkt der Durchmesser. 2. Bei zwei Körpern mit ebenen Flächen, von gleicher Kraft, gleichen Höhen, die senkrecht auf den Grundflächen stehen, ist das Verhältnis der Schweren gleich dem Verhältnis der Volumina. 3. Schneidet man einen Körper mit parallelen Ebenen durch eine zu diesen parallele Ebene, so wird er dadurch in zwei Körper mit ebenen Flächen geteilt. Es entstehen zwei getrennte Schwerpunkte der beiden Körper. Sie liegen mit dem Schwerpunkt des ganzen Körpers auf einer geraden Linie. Die Schwere der beiden Körper verhält sich umgekehrt wie die Abschnitte dieser Linie. 4. Bei zwei miteinander verbundenen schweren Körpern ist das Verhältnis der Schweren umgekehrt gleich dem Verhältnis der Abstände der Schwerpunkte der beiden Teile für sich, von dem Schwerpunkt des aus ihnen bestehenden Systems.

Abschnitt 9. 1. Halten sich zwei Körper in bezug auf einen Punkt in der Schwere das Gleichgewicht, so ist das Verhältnis der Schweren gleich [muß heißen umgekehrt], wie die Teile der Linie, die durch diesen Punkt und die beiden Schwerpunkte der Körper geht. 2. Halten zwei Körper einem einzelnen Körper das Gleichgewicht in bezug auf einen einzelnen Punkt, so hat der nähere an diesem Punkt eine größere Schwere als der entferntere. 3. Hält ein schwerer Körper einem schwereren Körper das Gleichgewicht in bezug auf einen Punkt und bewegt man den Körper von der Seite fort, auf der sich der andere Körper befindet und bleibt der Schwerpunkt auf der geraden Linie, auf der der Schwerpunkt liegt, so wird mit zunehmender Entfernung seine Schwere größer. 4. Von zwei Körpern, die gleich sind an Volumen, Kraft und Gestalt, die aber verschieden weit von dem Mittelpunkt der Welt abstehen, hat der weiter abstehende die größere Schwere.

Damit schließen die Probleme über die Schwerpunkte[1]).

Eine Definition des Schwerpunktes, die der bei *al Châzinî* erwähnten ganz entspricht, findet sich in Bemerkungen, die an einen Text von Archimedes in einer Gothaer Handschrift angefügt sind. Dort heißt es:

Nimmt man irgendeinen Punkt an und um ihn zahlreiche Mengen und in jeder dieser Mengen eine Kraft, die sie nach dem ersten angenommenen Punkte stößt, so ist der gegebene Punkt der Mittelpunkt des Ganzen. Jede der um ihn gelegenen Mengen ist das Schwere und die Kraft, durch welche dieses an jedem Punkte nach dem Mittelpunkt des All zurückgestoßen wird, ist das Gewicht. Jedes dieser Gewichte wird nach dem Mittelpunkt des All zurückgestoßen und der Mittelpunkt des All muß auf einem einzigen Punkte berührt werden. Dieser Punkt dieses Körpers, in

[1]) In *al Châzinîs* Werk schließen sich hieran die Probleme Archimedes über die Schwere und die Leichtigkeit; es sind die, die sich auf Hydrostatik u. s. w. beziehen (vgl. hierzu E. Wiedemann, Beiträge VII, S. 152), dann kommen die Theoreme von Euklid über das Schwere und Leichte und dann diejenigen des Menelaus (s. oben).

dem der Mittelpunkt des All berührt wird, ist der Schwerpunkt dieses Schweren[1]).

In einer Bemerkung zu einer arabischen Schrift des Archimedes über die Schwere und die Leichtigkeit (der schwimmenden Körper) wird berichtet, daß, wenn ein Körper, der die Gestalt eines Kugelabschnittes hat, schwimmt, die Achse des Kugelabschnittes dem Lot entspricht und zwar beim stabilen Schwimmen.

Die Ursache für das Aufrechtstehen auf der Flüssigkeit ist die, welche *Ṯâbit Ibn Qurra* in der Schrift: „Über das Rollen (*Daḥrag*) und Nichtrollen der Kugel" auseinandergesetzt hat, nämlich, daß der Schwerpunkt (*Markaz Ṯiql*) dieses Abschnittes auf seiner Achse gelegen ist. Deshalb steht er (der Abschnitt) nur dann fest (befindet sich in stabiler Gleichgewichtslage), wenn diese Achse das Lot auf der Oberfläche der Flüssigkeit ist, in welche der Kugelabschnitt getaucht ist[2]).

Außer den bereits in den Ausführungen von *al Châzînî* enthaltenen Sätzen über den Hebel seien noch die folgenden Angaben aus arabischen Quellen mitgeteilt.

Wir beginnen mit der Besprechung des Werkes über den *Qarasṭûn* von *Ṯâbit Ibn Qurra*, da in demselben nicht die ungleicharmige Wage selbst behandelt ist, sondern die bei ihr in Betracht kommenden Hebelgesetze, nur gelegentlich wird auf die Wage verwiesen. Von dem Werk existieren, wie mir Herr Prof. Wiedemann, dem ich das Folgende verdanke, mitteilt, mehrere arabische Handschriften (Berlin Nr. 6014 Katalog von Ahlwardt S. 353, London, India Office Nr. 767, Loth Katalog S. 223). Dank der Güte der beiden Bibliotheksverwaltungen konnte er beide benutzen. Sie stimmen bis auf Schreibfehler etc. miteinander überein. Eine weitere Handschrift befindet sich in Beyrut (vgl. E. Wiedemann, Mitt. z. Gesch. d. Naturwiss. Bd. 7, S. 55. 1908). Außerdem existiert eine größere Anzahl von lateinischen Handschriften, die für das sehr große Interesse, das diese Fragen im abendländischen Mittelalter erregten, sprechen.

Über diese Handschriften ist vielfach gehandelt worden; wir geben in der Anmerkung die Literatur[3]).

---

[1]) Vgl. E. Wiedemann, Beiträge VII, S. 157.

[2]) Vgl. E. Wiedemann, Beiträge VII, S. 155 u. 156 und Anmerkungen, wo auch über die Literatur einiges angegeben ist.

[3]) M. Steinschneider, Annali di Mathematica, Bd. 5, S. 54. 1863.

Den Anfang und den Schluß einer Handschrift in San Marco hat M. Steinschneider publiziert, den Inhalt einer anderen in Thorn befindlichen im Auszuge M. Curtze (Z. S. für Math. und Phys. Bd. 13, Suppl. 1868). Während der letzte Text mit den arabischen Handschriften, so weit sich sehen läßt, ziemlich übereinstimmt, ist dies bei dem ersten nicht der Fall. Der Text von San Marco hat eine lange allgemeine Einleitung und einen Schluß, die einem Brief entsprechen würden. Der Stil ist durchaus arabisch. Ganz ähnliche Wendungen finden sich z. B. bei *Ibn Dânijâl* († 1311 n. Chr.). Diese fehlen sowohl im Arabischen wie bei der Thorner Handschrift. In den beiden letzten Fällen geht der Autor gleich mitten in die Sache selbst. Es könnte fast scheinen, als ob der San Marco-Text u. s. w. einem Kommentar zu dem ursprünglichen entspräche.

Dank der Güte von Herrn Dr. Björnbo in Kopenhagen konnte Herr Prof. Wiedemann auch die Curtzesche Abschrift einer Baseler Handschrift F II 33 einsehen. Sie stimmt im wesentlichen mit der Handschrift von San Marco, d. h. sie enthält die Einleitung, sie scheint aber besser zu sein. Nach Herrn Dr. Björnbo existieren mindestens 12 lateinische Abschriften; die ältesten sind Par. 8680 A, Ambr. T. 100 sup. Reg. 1253 (Rom) und S. Marco Fl. 184 (vgl. auch A. Björnbo Bibl. Math. [3] Bd. 4, S. 21. 1903).

In der Baseler Handschrift und in der Thorner, nach gütiger Mitteilung von Herrn Dr. Fr. Prowe, findet sich die Einteilung in einzelne Sätze. Jeder Satz beginnt mit roter Initiale. In Thorn sind am Rand Nummern 1—8 angebracht nnd die Sätze sind rot unterstrichen.

Zu beachten ist in der oben erwähnten Einleitung die Stelle, in der von Euklid die Rede ist; sie lautet nach der Baseler Handschrift: „Hoc autem capitulum est enixum super librum qui vocatur liber Euclidis“.

Die in dem arabischen wie dem lateinischen Text in ziemlich umständlicher Weise gegebenen Sätze hat Curtze in moderner Weise ausgedrückt. Wir geben sie, ihm folgend, hier wieder.

M. Curtze, Z. S. für Math. u. Phys. Bd. 13, Suppl. S. 56. 1868. M. Steinschneider, ibid. Bd. 18, S. 336, 1873. M. Curtze, ibid. Bd. 19, S. 95. 1874. P. Duhem a. a. O. S. 79.

1. Durchlaufen zwei Körper in derselben Zeit zwei Strecken, so verhalten sich die Kräfte der diese bewegenden [Ursachen], wie die durchlaufenen Strecken.

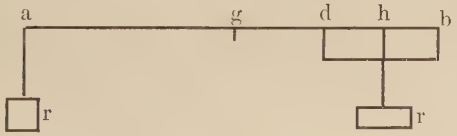
2. Die Bögen gleicher Centriwinkel verhalten sich wie die zugehörigen Radien.

3. Verhalten sich die Gewichte umgekehrt wie die Balkenarme[1]), an denen sie wirken, so besteht Gleichgewicht (die Linie, die den Balken bildet, ist horizontal).

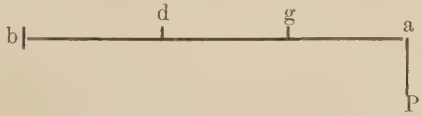
4. Befindet sich ein Balken durch drei Gewichte im Gleichgewicht, von denen zwei, die einander gleich sind, an dem einen Arm wirken, so kann man statt dieser beiden auch im Halbierungspunkte der Verbindungslinie ihrer Angriffspunkte das doppelt so große Gewicht wirken lassen, ohne daß das Gleichgewicht gestört wird.

5. Erweiterung des vorigen Satzes dahin, daß statt zweier gleicher Gewichte mehrere aufgehängt werden, die paarweise von den Enden gleich sind und auch von den Enden gleich weit abstehen. Auch in diesem Falle bleibt das Gleichgewicht ungestört, wenn man im Halbierungspunkte der Verbindungslinie der beiden äußersten Angriffspunkte die Summe sämtlicher Gewichte angreifen läßt.

6. Es sei a b eine gegebene Linie, g der Teilpunkt. Im Punkte a sei ein Gewicht r angehängt und auf g b sei ein Stück d b abgeschnitten und dieses Stück sei so völlig gleichmäßig mit Gewicht belastet, daß in jedem Punkte das Gewicht dieses Punktes und das des Wagebalkens (*trutina*) in demselben Punkte zusammen gleich der entsprechenden Summe in irgendeinem andern Punkte sei, dann ist es erlaubt, das ganze Gewicht des Stückes a b im Halbierungspunkte h dieser Strecke angreifen zu lassen, ohne daß das Gleichgewicht aufgehoben wird.



7. Erweiterung des Satzes 3 von den statischen Momenten dahin, daß bei der im vorigen Satze angenommenen Verteilung des Gewichtes, der Halbierungspunkt des mit Masse belegten Teiles des Wagebalkens als Angriffspunkt des einen Gewichts angesehen wird.



[1]) Für Balken benutzt der Übersetzer das Wort „perpendicularis", das zunächst überraschen könnte; es ist die wörtliche Übersetzung für das arabische *ʿAmûd*, das Säule, Balken, die Senkrechte u. s. f. bedeutet.

8. Satz 8 handelt von dem Gleichgewicht eines nicht in der Mitte unterstützten Balkens ab. Es heißt etwa:

Wir haben einen Balken ab von der Länge L, von konstanter Dicke und durchweg gleicher Substanz und hängen ihn nicht in der Mitte bei g auf, wir wollen dann wissen, ein wie großes Gewicht P wir am kürzeren Arm aufhängen müssen, um Gleichgewicht herzustellen. Es sei gegeben das Gewicht (P) des ganzen Balken, seine Länge ($L = l_1 + l_2$) und die Längen von jedem Teil ($l_1 = ga$, $l_2 = gb$) ($l_2 > l_1$). Wir bestimmen den Unterschied zwischen beiden Teilen $gd = l_2 - l_1$, multiplizieren ($l_2 - l_1 = gd$) und P und dividieren durch L, dann erhalten wir das Gewicht (p_1) von ($l_2 - l_1$). Dann multiplizieren wir p_1 mit L und dividieren durch $2l_1$. Das Resultat ist das Gewicht p_2, welches am kleinen Hebelarm das ganze im Gleichgewicht hält.

Es ist nach dem obigen

$$p_2 = \frac{(l_2 - l_1)\,P}{L} \cdot \frac{L}{2l_1}$$

dies ist in der Tat der Fall, denn es muß das Gewicht des Stückes $(l_2 - l_1)$: $\frac{(l_2 - l_1)\,P}{L}$, das wir uns in der Mitte (h) des betreffenden Stückes, also im Abstand $\frac{(l_2 + l_1)}{2} = \frac{L}{2}$ angebracht denken können, dem Gewichte p_2 im Abstand l_1 das Gleichgewicht halten.

In dem arabischen Text wird zunächst der auf die Centriwinkel bezügliche Satz entwickelt und dann der Satz über die Wechselbeziehung zwischen Kräften. Strecken und Zeiten aufgestellt. Ehe dann aber zu dem Satz 3 des lateinischen Textes übergegangen wird, wird angegeben, daß, wenn Gleichgewicht an einem Balken durch zwei Gewichte vorhanden ist, es auch bestehen bleibt, wenn man die Gewichte an Stangen anbringt, die senkrecht zum Balken stehen, sei es nach gleichen, sei es nach verschiedenen Seiten[1]). Weiter wird von dem Ende des Balkens B eine gegen denselben geneigte Stange angebracht und an deren Ende E das Gewicht aufgehängt; es wirkt dann gerade so, als ob es an der Senkrechten von E auf B hinge. Herr Prof. Wiedemann beabsichtigt gelegentlich auf die Schrift zurückzukommen.

Weitere vereinzelte Angaben bei verschiedenen Schriftstellern sind die folgenden.

In der früher erwähnten Gothaer Handschrift finden sich im Anschluß an die Definitionen des Schwerpunktes folgende Ausführungen über den Hebel (E. Wiedemann, Beiträge VII, S. 157):

[1]) Es entspricht dies dem Axiom 2 in Euklids Schrift über die Wage.

Wir wenden uns zu dem Ausdruck „Das Verhältnis des Gewichtes zum Gewicht ist gleich dem umgekehrten Verhältnis des Abstandes zum Abstand.“ Man zieht den Abstand, d. h. die Verbindungslinie in dem Zwischenraum zwischen den Schwerpunkten zweier Gewichte in der Ebene, die dem Horizont parallel ist, dann bedeutet jener Ausdruck, daß das Verhältnis des Gewichtes zu dem Gewicht gleich ist dem Verhältnis der Größen der Abstände, die der gemeinsame Punkt (*muschtarik*), nämlich der Ort der Vorrichtung zum Aufhängen (*ʿIlâqa*) voneinander trennt, und zwar im umgekehrten Verhältnis (*Takâfuʾ*) des einen zum anderen. Das umgekehrte Verhältnis ist dann vorhanden, wenn von allen vier in einer Proportion zueinander stehenden Größen (*mutanâsib*), die zweite und dritte in einem Verhältnis (*Ḥaqîqa*, ratio) stehen und die erste und vierte. Dies ist offenbar bei den Gewichten des *Qarasṭûn*, der der *Qabbân* ist, der Fall.

Bei ihm ist das Verhältnis des Abstandes des Hakens (*ʿAqrab*)[1]) von dem Aufhängepunkt zu der Entfernung der *Rummâna* (dem Laufgewicht Granatapfel) von letzterem gleich dem Verhältnis des Gewichtes der *Rummâna* zu dem Gewicht, welches ihr auf der Wagschale das Gleichgewicht hält.

Wie allgemein verbreitet die Kenntnis des Hebelgesetzes beim *Qarasṭûn* war, zeigt, daß es zur Erläuterung des reziproken Verhältnisses dient. — *Al Bêrûnî* gibt in dem Werk der Erleuchtung der Finsternisse in der Kunst der Astronomie folgende Definition.

Die Umkehrung des Verhältnisses (*Takâfî al Nisba*) ist, wenn das zweite und dritte [Glied] auf einer Seite und das erste und vierte auf der anderen sind.. Dies ist offenbar bei dem Gewicht (*Ṯiql*) des *Qarasṭûn*, d. h. dem *Qabbân*. Das Verhältnis des Abstandes des Hakens (*ʿAqrab*) von dem Aufhängepunkt (*ʿIlâqa*) zu dem Abstand der *Rummâna* von letzterem ist gleich dem Verhältnis des Gewichtes der *Rummâna* zu dem Gewicht, welchem sie das Gleichgewicht in der Schale hält[2]). Das erste und vierte sind auf der einen Seite vom Aufhängepunkt, das zweite und dritte auf der anderenSeite. (Handschrift Berlin, Ahlwardt Katalog Bd. 5, S. 150, Nr. 5665, fol. 2[b]).

Eine ganz entsprechende Stelle, wie die eben mitgeteilte, findet sich bei den *Ichwân al Ṣafâ* in der 6. Dissertation[3]) des

---

[1]) Offenbar der Haken, an dem die Gegenstände aufgehängt werden.

[2]) Die Stelle ist nach *al Châzinî* fol. 93[b] mitgeteilt, der sie etwas ausführlicher als die Berliner Handschrift (Ahlwardt Katalog Bd. 5, S. 150, Nr. 5665, fol. 2[b]) hat. Wie aus den vorhergehenden Entwicklungen über die Proportionen sich ergibt, hat aber *al Châzinî* das Werk von *al Bêrûnî* benutzt.

[3]) *Ichwân al Ṣafâ*, Ausgabe von Bombay 1305 d. H., Bd. 1, S. 10 der zweiten Abteilung; der Band ist doppelt numeriert; s. auch Dieterici, Propädeutik S. 166. Die Abweichungen in Prof. Wiedemanns Übersetzung sind durch unsere fortschreitende Erkenntnis der arabischen Physik bedingt, sowie durch den guten Bombayer Text. Goldziher bemerkt mehrfach, daß

ersten Teiles, die von den Proportionen handelt (vgl. E. Wiedemann Beiträge VII, S. 158). Dort heißt es:

Eine wunderbare Eigenschaft der Proportion sind die Vorteile und Nutzen, die man bei den Abständen und Gewichten beobachtet; dazu gehört das, was man bei dem *Qarasṭûn* d. h. dem *Qabbân* beobachtet, nämlich: Ist eines der Enden des *Qarasṭûn* lang und von dem Aufhängungsort entfernt und das andere kurz und nahe an ihm[1]), und hängt man an das lange Ende [Arm] ein kleines (*qalîl* weniges) Gewicht und an das kurze Ende [Arm] ein großes (*kaṯîr* zahlreiches) Gewicht, so sind sie einander gleich (wertig) und halten sich das Gleichgewicht, falls das Verhältnis des kleinen Gewichtes zu dem großen gleich ist[2]) dem Verhältnis des Abstandes des kurzen Endes zu dem Abstand des langen Endes.

Etwas weiter unten (S. 11 bezw. 167) findet sich noch folgende zur Mechanik gehörige Bemerkung:

Dasselbe Verhältnis findet man, wenn man einen schweren Gegenstand durch einen leichten bewegt, und falls man ein Bewegtes lange Zeit ohne ein schweres Gewicht bewegt.

Von Schriften über den Hebel und damit Zusammenhängendes wäre noch zu nennen von *Ṯâbit Ibn Qurra*: Werk darüber, daß das Verhalten der Gewichte, welche an einem Wagebalken in mehrere Teile zerteilt aufgehängt sind, gerade so ist, wie wenn sie als einziges Gewicht auf dem ganzen Balken gleichmäßig verteilt sind (*Qiftî* S. 117, Z. 7). — Gemeint ist wohl, daß man eine ganze Anzahl von Gewichten, die an beliebigen Stellen eines Wagbalkens aufgehängt sind, ersetzen kann durch ein einziges Gewicht, das gleichmäßig über den Balken verteilt ist, also einen Zylinder, der die Länge des Balkens hat. (Befinden sich die einzelnen Gewichte g in den Abständen l, ist L die Gesamtlänge des Balkens, so ist $G = 2\Sigma(gl/L)$.) — Ferner hat *Ṯâbit Ibn Qurra* geschrieben: Über die Eigenschaft (*Ṣifa*) des Gleich- und Verschiedenseins des Gewichtes (*Wazn*) und die Bedingungen hierfür. — Diese Schrift ist vielleicht identisch mit der von *al Ḫâzinî* benutzten Schrift (a. a. O. S. 19 u. S. 53). Über die Qualität des Gewichtes (der Schwere) und die Verschiedenheit seiner Ursachen von *Ṯâbit Ibn Qurra.*

Ichwân al Ṣafâ nicht mit die lauteren Brüder, sondern kurz als die Getreuen zu übersetzen ist (Muh. Studien, 1, Teil, S. 9. 1889).

[1]) Eigenschaften des Armes einer Wage sind hier auf das Ende übertragen.

[2]) Es muß natürlich heißen „umgekehrt proportional ist", wie oben.

Über die einfachen Maschinen u. s. w. bei den Arabern vgl, E. Wiedemann, Beiträge VI, S. 18, auch V, S. 407. Sie sind in der Zweigwissenschaft der Geometrie von dem Bewegen der Lasten, von der *al Ḫachâwî* und *Ibn Sînâ* (Beiträge V, S. 427) spricht, behandelt.

Wir wenden uns jetzt zur Besprechung der Wagen selbst und beginnen mit derjenigen der Schnellwage.

Der arabische Name für die Schnellwage ist, wie aus den Beschreibungen bezw. Abbildungen u. s. w. hervorgeht, *Qarasṭûn*, *Qabbân* bezw. *Qaffân* (so stets bei *al Châzinî*). *Qusṭâs* dürfte im allgemeinen die gewöhnliche Wage bedeuten, doch wendet *al Châzinî* das Wort auch für die Schnellwage an, wie die weiter unten gegebene Abbildung von dem geraden *Qusṭâs* (*al Qusṭâs al mustaqîm*) von *ʿOmar al Chajjâmî* lehrt[1]).

Über das Wort *Qarasṭûn* sind vielfach Betrachtungen angestellt worden. Man hat das zunächst rätselhafte Wort mit *χείρ* zusammengebracht (Steinschneider, Annali de matematica Bd. 5 a. a. O.). Dorn denkt an *χειροσίδηρον* (Dorn, Drei astronomische Instrumente S. 95, Anm. 1). Durch den Nachweis des Wortes *χαριστίων*, welches die Schnellwage bezeichnet (s. oben S. 52), ist die Frage gelöst, um so mehr als man Übergänge durch das Hebräische und Syrische hat[2]).

---

[1]) *al Ṯaʿâlibî* (geb. 961, gest. 1037/38) hat in seinem Werk „die Grunderkenntnis der Sprache und das Geheimnis des Arabismus" eine Synonymik gegeben. In dem Teil, wo er das, was einige aus dem Griechischen herleiten, bespricht, führt er auf: *al Qusṭâs* ist *al Mizân* (die Wage) und *al Qarasṭûn* ist *al Qabbân* (d. h. die Schnellwage). Vgl. dazu L. Fleischer, Kleinere Schriften. Bd. 3, S. 152 (Leipzig 1888). Das dort erwähnte Werk von *Ibn al Sikkît* konnte Herr Prof. Wiedemann nicht einsehen. In der Ausgabe von Cheikho, Beyrût 1885 steht unsere Stelle S. 318. — Auf *al Ṯaʿâlibî* verweist auch Steinschneider (Annali di matematica Bd. 5, a. a. O.).

Dozy (Suppl. Bd. 2, S. 327) teilt folgende Stelle mit: *al Qarasṭûn* ist ein *Qabbân*, den man zum Wägen der Gold- und Silbermünzen benutzt; sie wird dort auch definiert als Wage der Geldstücke (*Fulûs*). Bemerkt sei, daß im Folgenden einige Irrtümer, die sich bei E. Wiedemann, Beiträge VI, S. 7, wo von diesen Gegenständen gehandelt ist, berichtigt sind,

[2]) Vgl. hierzu S. Fränkel, Die aramäischen Fremdwörter im Arabischen S. 198. Leiden 1886.

Das Wort kommt in den Formen *Qarasṭûn* und *Qalasṭûn* vor. Die Form *Farasṭûn*, die sich in den Handschriften des *Fihrist* (vgl. Bd. 2, S. 127) findet, ist schon nach Dozy zu verwerfen und zwar auch auf Grund der aramäischen Form. Indes findet sie sich in allen persischen Wörterbüchern. Herr Prof. Wiedemann ist aber stets sonst dem Wort mit dem „*Q*“ begegnet, so in den Handschriften des Werkes von *Ṯâbit Ibn Qurra*, bei *al Châzinî* (fol. 20a), bei *al Gâḥiẓ*, bei *al Bêrûnî* u. s. f.

Das Wort *Qabbân* oder *Qaffân* stammt zunächst aus dem persischen *Kapân* und ist vielleicht von campana, das auch Schnellwage bedeutet, abgeleitet[1]). Leute, die sich mit der Schnellwage oder der Wage allgemein befassen, sie eichten u. s. w., hießen dann *al Qabbânî*, ein Beiname, der am Ende des 18. Jahrhunderts sehr viel in Ägypten vorkommt (s. w. u.).

Das gewöhnliche *Raṭl* hieß *al Raṭl al Qabbânî* (s. ebenda).

Es gab auch einen *Dîwân al Qabbân*, wo die Verkaufskontrakte aufgeschrieben wurden (vgl. Dozy, Suppl. Bd. 2, S. 307).

Das Wort *Qusṭas*, das auch im *Qorân* vorkommt, hat Fleischer mit constans (sc. libra) zusammengestellt. Dagegen wendet sich Fränkel (a. a. O. S. 198) und sagt, daß es vorläufig bei dem „non liquet“ Nöldekes bleibt (Lit. Zbl. 1885, Sp. 1454).

Der Ausdruck für die gewöhnliche Wage ist meist *Mîzân*, doch kommen auch andere Ausdrücke vor, so *Schâhîn*, das nicht nur Balken und Zunge der Wage bedeutet; denn es heißt bei *Jâqût* Bd. 2, S. 618, Z. 1. Und von den silbernen Gefäßen, die man auf dem *Schâhîn* wägt: 310355 *Dirham*.

Bei den *Ichwân al Safâ* a. a. O. steht die gewöhnliche Wage *Schâhîn* mit der Zunge der Schnellwage *Qabbân* gegenüber.

Ein anderer Name für Wage ist *Tarîṣ* und zwar für die richtige nicht sich neigende, das Wort kommt vom Persischen *Terazu* (vgl. Fränkel a. a. O.).

Die Goldwage heißt bei den Arabern auch *Miḥmal*. In tausend und eine Nacht (ed. Habicht Bd. 2, S. 35, Z. 16) heißt es: Er hing die Goldwage (*Miḥmal*) auf und wog zwei Gewichte von 1000 *Miṯqâl* Gold.

[1]) Die Etymologie, die das Wort campana mit der Landschaft Campanien zusammenbringt, ist zu verwerfen. Vgl. S. 66.

Werke über den *Qarasṭûn* aus älterer Zeit haben folgende Gelehrten verfaßt:

1. Die *Benû Mûsà* (Mitte des 9. Jahrhunderts) (vgl. oben S. 35, Anm. 1, Suter Nr. 43).

2. *Ṯâbit Ibn Qurra* (826—901, Suter Nr. 66), mit dessen Werk wir uns schon beschäftigt haben.

3. *Qustâ Ibn Lûqâ* (864—923) (Suter Nr. 77). Von *Qustâ Ibn Lûqâ* rührt auch eine Abhandlung über Maße und Gewichte her (vgl. *Fihrist* S. 295 und *Qifṭî* S. 263) (s. unten).

4. *Ibn al Haiṯam* (ca. 965—1036, Suter Nr. 204), leider ist uns dies Werk nicht erhalten.

Von den obigen Werken ist nur das von *Ṯâbit Ibn Qurra* noch vorhanden.

Relativ alte Nachrichten über den *Qarasṭûn* sind uns in dem Werk von der viereckigen und runden Gestalt von *al Gâḥiẓ*[1] († 869) (ed. van Vloten) erhalten.

Dort heißt es S. 114: Erzähle mir von denen, die sich mit dem *Astrolab* und dem *Qarasṭûn* beschäftigen und S. 147: Berichte mir von dem *Qarasṭûn*, wie sein eines Ende 300 *Raṭl* ermittelt und mehr oder weniger als dieses (d. h. also ungefähr 300 *Raṭl*) und das ganze an ihm angebrachte Gewicht beträgt 30 *Raṭl* und mehr oder weniger als dieses (also ungefähr 30 *Raṭl*) (1 *Raṭl* ist ca. 1 ℔).

In der Einleitung zu seinem Tierbuch (Teil 1, S. 41, Kairo 1323; E. Wiedemann, Beiträge X, S. 356) führt *al Gâḥiẓ* unter den Gegenständen, welche die Muslime von den Griechen erhalten haben, auch den *Qarasṭûn* auf.

Eine sehr ausführliche Schrift über die Maße und Gewichte, in der auch die Wagen behandelt sind, mit demselben Titel wie diejenige des *Qusṭâ Ibn Lûqâ*[2] wurde von dem heiligen Vater *Elijâ*, Erzbischof von Nisibis (gest. 1049) in arabischer Sprache verfaßt[3].

---

[1]) E. Wiedemann, Beiträge VI, S. 8ff.

[2]) Nach Herrn Professor Wiedemann ist die Frage nicht zu entscheiden, ob die obige Schrift sich auf jene von *Qusṭâ* stützt. Vgl. E. Wiedemann, Beiträge VI, 1906, S. 9. Anm. 1.

[3]) E. Wiedemann, Beitr. VI, 1906, S. 9.

Wir geben zunächst eine kurze Skizze seiner Lebensverhältnisse.

Eine recht knappe Lebensbeschreibung des Elias gibt Asseman in der Bibliotheca orientalis Bd. 2, Vers I, S. 266.

Er berichtet, daß er im Kloster S. Michael bei Mosul unter Johannes dem Archimandriten Mönch war, weiter, daß er dem Nachfolger dieses Johannes Jesujabus dem Sohne des Ezechiel, von dem er annahm, daß er sich unrechtmäßig der erzbischöflichen Würde bemächtigt habe, Opposition machte; erwähnt wird auch die in der Anmerkung genannte Disputation mit *Ḥusain Abu'l Qâsim*, die unter dem nächsten Erzbischof Elias I. stattfand. Er starb, nachdem er großen Ruhm wegen seiner Gelehrsamkeit erlangt hatte. Die Werke Elias sind aufgezählt. Unsere Schrift fehlt aber.

Weitere Angaben über unseren Autor, den Nestorianer *Elias bar Sînâjâ*, finden wir im kirchlichen Handlexikon von M. Buchberger[1]). Geboren im Jahre 975 n. Chr. zu Nisibis wurde er 1002 Bischof von *Bêt Nûhadrâ* und 1008 Erzbischof von Nisibis. Er verfaßte zahlreiche syrische und arabische Schriften, meistens theologischen Inhalts[2]) und starb nach 1049.

Von dem erwähnten Werke, welches in 16 Kapiteln von den Gewichten, Maßen und Wagen handelt[3]), existieren mehrere Handschriften, eine in Paris (Katalog von Slane Nr. 206, 10°, S. 52)[4]) und eine in Gotha (Katalog von Pertsch Nr. 1331, Bd. 3, S. 3). Die Pariser Handschrift enthält Kapitel 1—4, dem nur die Worte: „Und die Unzen" fehlen, sowie den 2. Teil des 11. Kapitels bis zum Schlusse. Der Gothaer Handschrift fehlt dagegen das erste und der Anfang des zweiten Kapitels;

---

[1]) M. Buchberger, kirchl. Handlexikon, Bd. 1, S. 1270. München 1906.

[2]) Ihre Titel sind bei Buchberger (a. a. O.) aufgeführt.

[3]) Am Schlusse heißt es „Vollendet ist die Abhandlung über die Gewichte, Maße und Wagen."

[4]) Die Schrift über die Gewichte und Maße findet sich in einem Sammelband mit wesentlich theologischem Inhalt; sie kommt in denselben, da sich in ihm auch entsprechende Schriften von *Elijâ* finden. Wie „Tröstung des Kummers" von *Elijâ*, dem Bischof von Jerusalem Brief, in dem *Mâr Elijâ*, Metropolitanerzbischof von Nisibis, einem Freunde erzählt, was sich bei seinen Konferenzen mit *Abu'l Qâsim al Ḥusain Ibn 'Alî al Maġrabî* im Jahre 417 d. H. (1026/27 n. Chr.) zutrug. Behandelt werden Dreieinigkeit, Inkarnation, Grammatik, Philosophie, Schrift und Logik.

sie fängt an mit „ein Etalon aus Kupfer“. Ein Vergleich der gemeinsamen Teile hat Herrn Professor Wiedemann gezeigt, daß der Pariser Text ausführlicher ist als der Gothaer, in dem die Beispiele fehlen. Sowohl von den in der Pariser Handschrift[1]) enthaltenen Teilen, als auch von jenen in der Gothaer[2]) hat H. Sauvaire[3]) Übersetzungen gegeben; die Gothaer Handschrift war ihm von Pertsch abgeschrieben worden. Bei den Angaben über die Maße und Gewichte sind von Sauvaire zahlreiche Parallelstellen mitgeteilt.

Eine vollständige Handschrift der Abhandlung von *Elias* ist auch in Kairo (Katalog Bd. 5, S. 191, Suter, Z. S. für Math. u. Phys 38, S. 14. 1893) unter dem Titel Abhandlung (*Maqâla*) des gelehrten Erzbischofs Elias (*Ilijâ*) über die Maße und Gewichte in 16 Kapiteln vorhanden.

Die ersten 7 Kapitel des Werkes beziehen sich auf Gewichte und Hohlmaße, alle anderen handeln von Wagen, beziehungsweise Schnellwagen[4]).

Das 1. Kapitel besteht aus geschichtlichen Notizen metrologischen Inhalts, das 2. Kapitel handelt hauptsächlich von den Gewichtseinheiten und den Werten der einzelnen Normalgewichte und ihren Einteilungen, das 3. von den *Raṭl* (1 *Raṭl* = 12 Unzen) gewisser Städte und Länder und ihren Einteilungen in eine verschiedene Anzahl von *Miṭqâl* und *Dirham*[5]). Das 4. Kapitel, in dem von der Ursache, welche ein Verständnis zwischen den Menschen in betreff der *Miṭqâl* und der *Dirham* herbeigeführt hat, gesprochen wird sowie von ihrer Uneinigkeit in bezug auf die *Raṭls* und Unzen ist in der Pariser Handschrift, wie oben gesagt, nicht vollständig. Das 5. handelt von den Hohlmaßen und deren Wert, das 6. von der Verifizierung verdorbener und der Herstellung verlorener Gewichte. Ganz gleichlautend ist die Inhaltsangabe des 7. Kapitels, wo nur anstatt des Wortes „Gewichte“, „Hohlmaße“ steht.

In Kapitel 8 ist von der Konstruktion einer zweiarmigen Wage (*Mizân*) die Rede, mit der man den Etalon (*Sang*)[6]) der *Miṭqâl* aus dem Etalon der *Dir-*

---

[1]) H. Sauvaire, Journ. Roy. Asiat. Society, [2] Bd. 9, S. 291. 1877.

[2]) H. Sauvaire, ibid. Bd. 12, S. 110. 1880.

[3]) H. Sauvaire vermutet noch eine weitere Handschrift im Vatikan.

[4]) E. Wiedemann, Beitr. VI, 1906, S. 9.

[5]) 1 *Miṭqâl* ist nach Khanikoff 4,5 g = $1^3/_7$ *Dirham*; also ist 1 *Dirham* ca. 3 g; vgl. zur Literatur E. Wiedemann, Beitr. II, S. 325. Die *Miṭqâls* beziehen sich auf Gold, die *Dirhams* auf Silber; vgl. auch E. Wiedemann, Beitr. VI. 1906, S. 9.

[6]) *Sanga* ist in diesen Stellen das Normalgewicht (Etalon), wie aus *al Gabartî* (Text von Leyden fol. 27b) hervorgeht (s. nächste Seite).

ham erhält und umgekehrt, mit der man ferner das Gold mit dem Etalon der *Dirham* wägt und so die *Miṭqâl* erhält und mit der man das Silber mit dem Etalon der *Miṭqâl* wägt und so die *Dirham* erhält. Kapitel 9 behandelt eine Wage mit drei Schalen, die zum Wägen von Gold und Silber dient und im 10. Kapitel wird die Konstruktion einer Wage mit nur einer Schale und Laufgewicht (*Rummâna*) nach Art des *Qarasṭûn* besprochen. Es heißt dort:

Man wägt mit ihr das Gold mit einem einzigen Laufgewicht und erhält die *Miṭqâl*, ferner wägt man mit ihr das Silber mit einem anderen Laufgewicht und erhält die *Dirham* u. s. w.

Das 11. Kapitel, dessen Inhaltsangabe lautet: „Über die Eigenschaft und Beschreibung des *Qarasṭûn*", handelt von dem Unterschiede der Gewichte bei der ungleicharmigen Wage, welche im umgekehrten Verhältnisse der Länge ihres Wagbalken stehen. Es heißt dann:

Hat man einen Wagbalken, dessen einer Arm den andern um $^1/_{10}$ an Länge übertrifft, so behaupte ich, daß, wenn man die Gewichtseinheiten an dem längeren Arme und den zu wiegenden Gegenstand am kürzeren aufhängt, der Überschuß des Gegenstandsgewichtes über die Gewichtseinheiten ebenfalls $^1/_{10}$ von diesem betragen wird[1]) und umgekehrt. Interessant sind die nun folgenden ganz den modernen Anschauungen entsprechenden Angaben über die Empfindlichkeit und Genauigkeit einer Schnellwage, „die eine größere ist, wenn der Wagbalken lang und leicht und sein Querschnitt viereckig ist als wenn er kurz und schwer ist und einen zylindrischen Querschnitt hat. Die Aufhängung soll von Eisen sein und die beste Schnellwage ist die mit langer Zunge (ähnliche Angaben finden sich bei *al Châzinî*).

Das 12. Kapitel erläutert unter genauer Beobachtung der Hebelgesetze die Größe des Laufgewichtes und den Aufhängepunkt desselben, wenn jener der Schnellwage bekannt ist sowie die Einteilung des Wagarmes für das Laufgewicht.

Kapitel 13 und 14 enthalten Angaben über verschiedene Gewichtsbestimmungen mit ein und derselben Schnellwage, während das 15. Kapitel

---

Gabartî sagt zunächst: ein *Miṭqâl* ist gleich 60 Körnern (*Ḥabba*) a) und jedes *Ḥabba* ist gleich 100 Körnern mittlerer Größe des wilden Senfes (*Chardal*) ist; und fährt dann fort: Man nimmt 100 Senfkörner und bringt sie mit einem Stück Kupfer ins Gleichgewicht. Man erhält dann das Normalgewicht von 1 *Ḥabba*. Diese *Sanga* bringt man mit den [100] Senfkörnern zusammen und bringt sie mit einem zweiten Stück Kupfer ins Gleichgewicht, so erhält man das Normalgewicht für 2 *Ḥabba*; in derselben Weise stellt man sich eine zweite *Sanga* von 2 *Ḥabba* her. Die drei zusammen geben 5 *Ḥabba* u. s. f. Man stellt im ganzen 15 *Sanga*, die zur Verwendung kommen, her.

Aus den *Sanga* für die *Miṭqâl* leiten sich die der *Dirham* ab, nach der Gleichung 7 *Miṭqâl* = 10 *Dirham*. Da die *Miṭqâl* dem Gold, die *Dirham* dem Silber entsprechen, so erhält man auch die *Sang* für Gold und Silber.

[1]) Natürlich bei Horizontaleinstellung der Wage.

---

a) Das Wort *Ḥabba* izt hier in zwei Bedeutungen benutzt.

von der Prüfung und Richtigstellung fehlerhafter Schnellwagen handelt: Der Fehler einer Schnellwage kann folgende Ursachen haben: Die Wagschale und ihre Aufhängungen wiegen zu viel oder zu wenig oder der Wagbalken ist krumm und gebogen oder die Einteilung ist fehlerhaft, weil die Marken und Linien schlecht angebracht sind.

Der Fehler, der das Übermaß oder den Mangel an Gewicht der Schale und ihrer Aufhängung zur Ursache hat, wird daran erkannt, daß der Gewichtsüberschuß über das wirkliche Gewicht oder der Gewichtsunterschied beider[1]) für die mit einer solchen Schnellwage gewogenen Gegenstände verschiedenen Gewichtes stets der gleiche ist. Um diesem Mangel abzuhelfen, werden wir die Differenz des wahren Gewichtes und jenes, das wir mit dieser mangelhaften Schnellwage erhalten, zu dem Gewichte der Schale und ihrer Aufhängung hinzufügen. Ist das mit der Schnellwage gefundene Gewicht größer als das wirkliche, so vermindern wir jenes der Wagschale um ihre Gewichtsdifferenz oder wir bringen an dem äußersten Ende des längeren Armes ein Gewicht an, welches sich zu diesem Unterschiede verhält wie der kürzere Arm der Schnellwage zu dem längeren.

Der Fehler, welcher von dem Übermaß oder dem Mangel des Gewichtes der *Rummâna* (Laufgewicht) herrührt, zeigt sich daran, daß die Gewichtsdifferenz für verschiedene Gegenstände dem Gewichte des Gegenstandes proportional ist. Bei einem Gegenstande von doppeltem Gewichte wird nämlich dieser Unterschied der doppelte sein, dreifach bei einem dreifach so schweren Gegenstand u. s. w. Dasselbe Verhältnis besteht natürlich bei einer Schnellwage, die ein Übergewicht angibt.

Zur Beseitigung dieses Fehlers gibt *Elijâ* zwei richtige Verfahren an; das zweite ist durch ein Beispiel erläutert, welches ich hier anführe, weil es seiner Gedankenfolge den deutlichsten Ausdruck verleiht. Es lautet: „Ein fehlerhafter *Qarasṭûn* liefert eine Wägung von 100 *Raṭl* oder mehr. Wir wiegen 100 *Raṭl* damit[2]). Eine genaue Schnellwage gibt 98 *Raṭl* an. Die Differenz beträgt also 2 *Raṭl* für je 100 *Raṭl*. Das Gewicht der *Rummâna* sei 10 *Raṭl*. Du wirst das Gewicht der *Rummâna* mit der Differenz der zwei Wägungen i. e. mit 2 *Raṭl* multiplizieren. Das Produkt der Multiplikation ist 20 *Raṭl*. Nimmst du ihr Verhältnis zu 100, so hast du den Betrag des mit dem fehlerhaften *Qarasṭûn* gewogenen Gegenstandes. Dieses Verhältnis ist $^1/_5$. Folglich werden wir die *Rummâna* um $^1/_5$ *Raṭl* vergrößern und dann werden die Gewichte, die sie uns mit dem *Qarasṭûn* liefern wird, genau sein.

Ebenso würden wir das Laufgewicht um $^1/_5$ *Raṭl* vermindern, wenn die durch die Schnellwage gefundene Wägung das wirkliche Gewicht um 2 *Raṭl* für je 100 *Raṭl* übertreffen und das Laufgewicht 10 *Raṭl* wiegen würde".

---

[1]) Des wirklichen Gewichtes und jenes, welches die fehlerhafte Schnellwage liefert.

[2]) Es wird ein Gegenstand gewogen, dessen Gewicht die falsche Schnellwage mit 100 *Raṭl* anzeigt.

Die Fehler, welche von der Biegung und der Krümmung des Wagbalkens oder der schlechten Einteilung der Marken, Benennungen, Schriftzeichen und Striche herrühren, erkennt man daran, daß bei der Wägung verschiedener Mengen ungleiches Gewicht entsteht, dessen Unterschied nicht immer denselben Betrag ausmacht und auch nicht in Proportion zueinander steht[1]). Zur Korrektur der Biegung und Krümmung des Wagbalkens, die durch Gefühl und durch den Blick erkannt wird, biegt man den Balken wieder gerade und beseitigt so jene Fehler.

Auch ist eine neue Einteilung notwendig, wenn der Fehler der Wage seine Ursache in der falschen Anbringung der Marken, Bezeichnungen und Striche hat.

Die Überschrift des 16. Kapitels endlich lautet: Über die Herstellung einer Wage, die das Gewicht des Goldes und das Gewicht seines Wertes (*Ṯaman*) erkennen läßt, wenn sein Gewicht unbekannt, seine Preistaxe (*Sïʿr*) als bekannt vorausgesetzt ist.

„Nehmen wir einen geraden und regelmäßigen Wagbalken, den wir in 8 gleiche Teile teilen und bringen wir die Aufhängung (der Wagschale) so an, daß der eine der beiden Arme der 8. Teil des Wagbalkens ist, teilen wir ferner den längeren Arm, der 7 Teile aufweist, in 10 gleiche Teile, diese 10 Teile in 6 und fügen wir für jede der 6 Teilungen (das Gewicht von) 1 *Dirham* hinzu, damit jede von den 6 Teilungen $^1/_6$ *Dirham* entspricht, — das Ganze kommt 10 *Dirham* gleich, — hängen wir dann am längeren Wagarm eine kleine Wagschale auf und an demselben Arm als *Rummâna* ebenfalls eine Schale, während am kürzeren Wagarm eine größere Schale angebracht wird mit einem Gewichte darin, welches zwischen den drei Wagschalen das Gleichgewicht herstellt, wenn die Schale der *Rummâna* auf den äußersten der 6 Teilpunkte verschoben wird.

Ist nun die Taxe eines auf seinen Wert zu untersuchenden Stückes Gold niedriger als 10 *Dirham* per *Dinâr*, so lassen wir die Schale, welche als Laufgewicht dient an dem Platze des Wagbalkens, der diesem Betrage (an *Dirhams*) entspricht und legen in die kleinere am längeren Wagarm aufgehängte Schale kleine Gewichtsstückchen in genügender Anzahl um mit der großen Schale Gleichgewicht herzustellen. Hierauf wirst du das Gold in die als Laufgewicht dienende Schale bringen und in die große Schale eine solche Anzahl *Dirham*, daß wieder Gleichgewicht herrscht. Die Zahl der dabei zu nehmenden *Dirham* gibt den Betrag des Wertes des betreffenden Stückes Gold in seiner Taxe an. Nimmt man diese *Dirham* aus der Schale heraus und ersetzt sie durch Goldgewichtseinheiten von gleichem Gewichte, so erhält man diesen Betrag. Will man das Gewicht in *Miṯqâl*, so hat man bei der Äquilibrierung *Miṯqâl* zu nehmen."

Dieser Erörterung folgt noch die Auseinandersetzung eines ganz analogen Verfahrens für den Fall, daß die Taxe des Goldes höher als 10, 20, . . . 50 *Dirham* per *Dinâr* ist, womit die Abhandlung über die Gewichte,

[1]) Gemeint sind die einzelnen Gewichtsdifferenzen verschiedener Gegenstände, — des richtigen und des mit der falschen Schnellwage gefundenen Gewichtes oder umgekehrt — stehen in keinem konstanten Verhältnis.

die Maße und die Wagen von *Mâr Elijâ*, Erzbischof von Nisibis, nach einem frommen Wunsche schließt.

Aus der Mitte des 18. Jahrhunderts ist uns ein Werk von *Ḥasan Ibn Ibrahîm al Gabartî* erhalten mit dem Titel: Das kostbare Halsband (*al ʿIqd al ṯamîn*) über das, was mit den Wagen zusammenhängt.

Wenn das Werk von *Gabartî* auch erst in relativ später Zeit verfaßt ist, so hat es bei der konservativen Gesinnung des Orientes auch noch für die alte Zeit großen Wert. Es ist wohl sehr verbreitet gewesen.

Das Werk[1]) besteht aus zwei Teilen. In dem ersteren, bei weitem größeren, behandelt *al Gabartî* die Schnellwage (*al Qabbân*) selbst, zählt deren verschiedene Teile auf, gibt ihre Beschreibung und die Mittel, um etwaige Schäden zu korrigieren. Dieser Teil ist, so weit ich sehe, noch nicht veröffentlicht; Herr Prof. Wiedemann hofft dies später tun zu können. In dem zweiten Teil behandelt *al Gabartî* die Werte der verschiedenen Gewichte, die in den Ländern des Islam benutzt werden und gibt die Methoden an, wie man die einen in die anderen verwandelt. Diesen Teil hat Sauvaire in der Übersetzung veröffentlicht.

Über das Leben und die Tätigkeit unseres *Gabartî*, eines Ägypters, sind wir sehr eingehend durch seinen Sohn *Scheikh ʿAbd al Raḥmân al Gabartî*[2]) unterrichtet, der in dem Werke „Wunder der Denkmale: Biographien und Nachrichten" ihm viele Seiten widmet.

---

[1]) Das Werk ist besprochen von E. Dorn, Mém. de l'Acad. de St. Petersbourg Bd. 9 (1865) p. 92ff. Es ist arabisch herausgegeben in Kairo 1297 in 4 Bänden, etwa der erste arabische Band ist übersetzt unter dem Titel Merveilles biographiques et historiques ou chroniques du *Cheikh Abd al Raḥman al Djabari* traduit de l'arabe par *Chefik Mansour Bey* u. s. w. Le Caire 1888—94. (3 Bände). Das Leben *al Gabartîs* steht im arabischen Text Bd. 1, S. 385, in der Übersetzung Bd. 3, S. 167, unsere Stelle steht S. 398, Z. 2 von unten, bezw. S. 193.

[2]) Wir besitzen, so weit mir bekannt, sicher folgende drei Handschriften, eine in Paris (Slane, Katalog Nr. 2476, S. 439), eine zweite in Leyden (Catalogue de manuscrits arabes G. J. Brill u. C. Landberg Nr. 463, S. 134). Herr Dr. Juynboll hat diese Herrn Prof. Wiedemann gütigst zur Verfügung gestellt. Eine dritte ist in der vizeköniglichen Bibliothek zu Kairo (Suter, Z. S. f. Math. u. Phys. Bd. 36, S. 50. 1893; Katalog Bd. 5, S. 218).

al Gabartî, der Vater, wurde im Jahre 1110 d. H. (1698/9 n. Chr.) geboren und starb am 1. *Ṣafar* 1188[1]) (13. April 1774), also hoch betagt. Neben theologischen und juristischen Studien hat er sich seit dem Jahre 1144 (1731/2 n. Chr.) mit Mathematik befaßt, in die er sehr tief eindrang. Dann konstruierte er zahlreiche Globen, Sonnenuhren u. s. w., worüber sich das Werk selbst noch ausführlicher als Dorn verbreitet. Interessant ist die Bemerkung, daß im Jahre 1159 (1746/7 n. Chr.) Europäer zu ihm gekommen sein sollen, um Geometrie zu lernen; ihre bei *al Gabartî* erworbenen Kenntnisse sollen sie dann in ihrem Heimatlande verwendet haben und dank seiner Unterweisung Windmühlen *(Tâḥûn al Hawa)*, Maschinen zum Ziehen von Lasten *(Garr al Aṯqâl)* und zum Emporheben der Gewässer erfunden haben.

Die auf die Wage bezüglichen Äußerungen finden sich auszugsweise bei Dorn (a. a. O. S. 95). Sie seien ergänzt nach den Angaben des arabischen Textes hier im Auszug mitgeteilt. Im Jahre 1172 d. H. (1758/59 n. Chr.) war bei den gewöhnlichen Wagen *(Mîzân)* und den Schnellwagen (*Qabbân*) große Verwirrung eingerissen. Man wußte nicht, wie sie in Ordnung zu bringen und sie mit Strichen zu versehen (zu teilen *rasam*), sie zu definieren und ihre *Rummâna* (Laufgewichte) zu bestimmen. Dadurch entstanden Fehler und die Größen der gewogenen Gegenstände waren untereinander verschieden. Es entstanden Schwierigkeiten in Handel und Wandel. Dadurch wurde die Aufmerksamkeit von *al Gabartî* erregt und er ließ Handwerker und Eisenarbeiter (*Ḥaddâd*) und Gießer *(Sabbâk)* kommen und stellte die *Miṯqâl*[2]) und die großen und kleinen *Sanǰa* richtig, sowie die *Qarasṭûn*. Diese (d. h. deren Balken) teilte er nach der Methode, die der praktischen Wissenschaft und der Geometrie entspricht. Dazu verwandte er große eigene Mittel. Dann ließ er die Vorsteher (Großen, Ältesten) der Zunft, die die *Qabbân* und die Gewichte verfertigt, kommen, wie *Schaich ʿAlî Chalîl, Sajjid Manṣûr* u. s. w.

An einer anderen Stelle (arab. Text Bd. 2 S. 101) heißt es bei der Besprechung des *Schaich ʿAlî Ibn Chalîl*, das heißt des *Schaich al Qabbân*, (des *Schaich* der Schnellwage) der im

---

[1]) E. Dorn gibt nach der Petersburger Handschrift 1187 an.

[2]) *Miṯqâl* ist das oben erwähnte bekannte Gewicht, ca. 4,5 g.

Jahre 1199 d. H. = 1784/85 starb: „Er war erfahren in der Arithmetik, der Kenntnis der Wagen und des *Qarasṭûn*, der als *al Qabbân* bekannt ist, in dessen Feinheiten und Herstellungen. Als mein seliger Vater sich mit den Wagen, ihrer Richtigstellung und genauer Herstellung im Jahre 1172 befaßte und darüber das Werk das kostbare Halsband (*ʿIqd*): Über das, was mit den Wagen zusammenhängt, schrieb, da behandelt er es mit ihm, wobei auch der *Schaich Ḥasan Ibn Rabiʿ al Bûlâqî* zugegen war[1])".

Zum Teil aus späterer Zeit sind eine ganze Reihe von Abhandlungen erhalten, die hauptsächlich praktischen Zwecken dienen sollten.

Eine Abhandlung über die Kenntnis des Maßes und Gewichtes schrieb der bedeutende Rechtsgelehrte *Abu'l ʿAbbâs Nagm al Dîn* (1247/48—1310, Suter Nr. 386, S. 158). Von *Ibn Abu'l Fatḥ al Ṣûfî al Miṣrî* († ca. 1494/95) rühren zwei verschiedene Abhandlungen über die Schnellwage (*Risâlat al Qabbân*) her (vgl. Suter Nr. 447, S. 185). Weitere Schriften über die Schnellwage und Wage werden in dem Katalog der vizeköniglichen Bibliothek zu Kairo (vgl. Suter, Z. S. f. Math. u. Phys. Bd. 38, hist.-lit. Abt. S. 49. 1893, Katalog S. 218 ff.) von den nachgenannten Verfassern aufgeführt. *Jaḥjà Qinw al Qabbânî al Chazargî al Anṣârî*, der vor 1753 gelebt hat. — *Chiḍr Ibn ʿAbd al Raḥmân Ibn Aḥmad al Barallûsî al Qabbanî*, der vor 1671 lebte. — *ʿAbd al Magîd al Sâmûlî*. — *Jaʿîsch Ibn Ibrâhîm Ibn Jûsuf Ibn Jatmâk al Amawî al Andalusî*.

Der Titel der Arbeit von *ʿAbd al Magîd al Sâmûlî* ist ausführlich mitgeteilt. Er lautet: Über die Kunst der Konstruktion der Wage, die Teilung ihrer Linien (*Chuṭût*), die Beschaffenheit ihrer Aufhängung (*ʿIlâqa*), die Herstellung der *Luqma* (Bissen)[2]),

---

[1]) Kurz vor der erstgenannten Stelle heißt das Werk die kostbare Perle (*Durr*): Über die Wissenschaft der Wagen.

[2]) Zur Bedeutung des Wortes *Luqma* und einiger anderer technischer Ausdrücke hat Herr Dr. Prüfer in Kairo die folgende Mitteilung gütigst gemacht: Die ganze Vorrichtung heißt *al Qabbân* oder *al Mîzân al maskûfî* (russische Wage). Leute, welche im Besitz einer solchen Wage mit ihr wägen, heißen *Qabbanî's*.

Auf einem zusammenlegbaren Holzstativ (*Schalîsch*) ruht ein Metallstab (*Badan*), ca. 2 cm dick, quadratisch, nach dem kürzeren Ende verdickt. Die

die richtige Anordnung der dazu gehörigen Teile, das Senkrechtstehen der Zunge.

Einige Titel von Werken über Wagen u. s. f. teilt auch Ahlwardt (Katalog Bd. 5, S. 358, Nr. 6029 u. 6030) mit.

Schnellwagen.

Wir wenden uns nun zunächst zur Beschreibung der Schnellwagen, *Qarasṭûn* oder *Qabbân*.

Die von dem Erzbischof Elîja von Nisibis (s. oben S. 99) beschriebenen Wagen waren Schnellwagen mit langen und leichten Wagbalken von viereckigem Querschnitt mit langer Zunge und eisernem Aufhängehaken. Bei der in Kapitel 8 erwähnten hängen an den Enden des durch den Aufhängepunkt im Verhältnis von 7 : 10 geteilten Wagbalkens zwei Schalen, während die Wage im Kapitel 9 ein *Qarasṭûn* ist, dessen kürzerer Arm nochmals im Verhältnis von 3 : 4 geteilt ist. Den beiden Wagschalen an den Enden der zwei Wagarme hält eine im Teilpunkt 3 an einem Ringe hängende dritte Schale das Gleichgewicht.

Diese Wagen waren ohne Laufgewicht, dagegen hatte die im Kapitel 10 beschriebene deren zwei, eines für das Gold und eines für das Silber, entsprechend den Teilpunkten für die *Miṯqâl* und *Dirham*, aber nur eine Schale und ein Gegengewicht am anderen mit Marken für die einzelnen Gewichte versehenen Arm. Bei der Wage in Kapitel 16 vertritt eine bewegliche Schale das Laufgewicht.

Eine große Anzahl solcher Schnellwagen hat auch *al Châzinî* behandelt, nebst einer eingehenden Theorie derselben; Herr

---

lange Seite besitzt eine Skala (*Arqâm*) und zwar oben und unten, man kann den Stab so drehen, daß entweder die eine oder die andere Skala oben liegt; man kann daher zwei ganz verschiedene Gewichtssysteme benutzen. Auf der kürzeren Seite befinden sich je oben und unten zwei *Luqmas*. Eine *Luqma* hat die Gestalt . In die *Luqma* hängt man die Wagschale, da zwei *Luqmas* da sind, so hat man zwei Empfindlichkeiten. Über dem Drehpunkt ist eine Zunge (*Lisân*). Auf der anderen längeren Seite verschiebt sich das Laufgewicht, ein Messingzylinder, der innen (*Qalb*) mit Blei (*Raṣaṣ*) ausgegossen ist. Oben ist an ihm ein Stil angesetzt, der sich an seinem Ende nach der einen Seite handartig verbreitet. Diese Stelle, die als Index dient, heißt *Mirâja*.

Prof. Dr. E. Wiedemann hofft später die betreffenden Abschnitte publizieren zu können. Nur die Abbildung einer gewöhnlichen Schnellwage und die Beschreibung einer solchen von dem großen Mathematiker und Philosophen *ʿOmar al Chajjâmî* sei hier mitgeteilt.

Wir geben zunächst die Abbildung einer Schnellwage (*Qaffân*, *Qabbân*) aus *al Châxinî* (fol. 30ᵇ). Es ist dies, wie er sagt, eine allgemein bekannte (*maschhûr*) Form (Fig. 23).

Fig. 23.

Eine andere Schnellwage, der *Qusṭâs al mustaqîm*, der gerade *Qusṭâs* ist in der folgenden Figur 24 wiedergegeben; es ist diejenige des Scheich *al Imâm Abû Ḥafs ʿOmar Ibn Ibrahîm al Chajjâmî*[1]). Das Instrument wird folgendermaßen beschrieben.

Es ist ein Instrument, mit dem man von einer *Ḥabba* bis zu 1000 *Dinâren* oder zu 1000 *Dirham* wiegt. Es hat die Gestalt des *Qaffân* (s. oben), es besitzt einen Balken (*ʿAmûd*), ein Querstück (*ʿÂrida*)[2]) eine Zunge, eine Schere (*Fijârân*)[3]), eine einzige Schale, Fäden, an Stelle des Hakens[4]) einen Ring mit einer Spitze, die in eines der beiden Löcher (*Nuqra*) für die *Dinâre* und die *Dirham* eingesetzt wird und ein Ausgleichgewicht (*Miʿjâr*), das an ihnen aufgehängt wird um die *Miṭqâl* ins Gleichgewicht zu setzen (s. w. u.), drei Laufgewichte. Der *Qusṭâs* hat drei *Rummânas*, die große für die Hunderter, die mittlere für die Zehner und zugleich für die Einer und die kleine für die Bruchteile. Die obere Fläche des Balkens ist eben, der Länge nach von der Mitte der Zunge an in vier Teile geteilt durch fünf Linien (es sind auch die 2 Begrenzungslinien eingeschlossen). Der Raum zwischen der ersten und

---

[1]) Vgl. Suter Nr. 266, S. 112 und E. Wiedemann, Beitr. VI, S. 11.

[2]) *ʿÂrida* ist vielleicht wie bei der Wage der Weisheit das Querstück des Balkens, es heißt weiter unten „die Linie der Senkrechten der *ʿÂrida*, wie wir dies erwähnt haben."

[3]) Es sind die beiden senkrechten Balken, zwischen denen die Zunge der Wage schwingt.

[4]) Der Haken, an dem gewöhnlich die Schale aufgehängt wird.

zweiten ist durch zehn der Breite nach gezogene Linien[1]) in 10 Teile geteilt für die Hunderter; ihr Anfang liegt am Aufhängepunkt; sie sind durch die Buchstaben q, r, š, t, ṯ, ḫ, ḏ, ḍ, ẓ[2]) und ġ bezeichnet, oder man schreibt auf sie mit Worten 100, 200, 300 bis 1000.

Der Raum zwischen der zweiten und dritten Linie dient ebenso für die Zehner. Der Anfang liegt wiederum beim Aufhängepunkt, es werden ihnen die Buchstaben j, k, l, m, n, s, ʿ[3]), f, ṣ, q[4]) beigesetzt. Der Zwischenraum zwischen der dritten und vierten Linie dient für die Einer. Der Teil, der auf ihm zwischen zwei den Zehnern entsprechenden Stücken[5]) gelegen ist, wird in 10 Teile geteilt. Der Zwischenraum zwischen der vierten und fünften Linie liegt auf der rechten Seite und dient für die Zwölftel. Jeder Teil dieser Teilung entspricht 6 *Ḥabba*[6]), die wir, sei es für die *Dirham*, sei es für die *Miṯqâl* eingeritzt haben. Der Endpunkt dieser Teilung steht gegenüber dem 72 (bα) der Einer und der Zehner. Man schreibt [an die einzelnen Teilstriche][7]) mit Worten

$\frac{1}{2}$ von $\frac{1}{6}$ $(=\frac{1}{12})$, $\frac{1}{6}$ $(=\frac{2}{12})$, $\frac{1}{4}$ $(=\frac{3}{12})$, $\frac{1}{3}$ $(=\frac{4}{12})$, $\frac{1}{6}+\frac{1}{4}$ $(=\frac{5}{12})$, $\frac{1}{2}$ $(=\frac{6}{12})$, $\frac{1}{3}+\frac{1}{4}$ $(=\frac{7}{12})$, $\frac{2}{3}$ $(=\frac{8}{12})$, $\frac{1}{2}+\frac{1}{4}$ $(=\frac{9}{12})$, $\frac{1}{2}+\frac{1}{3}$ $(=\frac{10}{12})$, $\frac{2}{3}+\frac{1}{4}$ $(=\frac{11}{12})$, 1 $(=\frac{12}{12})$.

Was die Einkerbung auf ihm [dem Balken] für die *Dirham* und die *Miṯqâl* betrifft, so ist der Abstand zwischen der Aufhängestelle und dem Loch für die *Dirham* gegeben durch 10 Teile der gesamten 12 Teile, die wir nachher besprechen werden. Der Abstand der *Nuqra* der *Miṯqâl* beträgt 7 solcher Teile. Bringt man beim Wägen der *Dirham* den Haken [inkl. Schale] auf das Loch der *Dirham*, so kommt der Balken horizontal ins Gleichgewicht, dabei befindet sich an dem Haken kein Ausgleichgewicht (*Miʿjâr al Taʿdîl*). Verschiebt man den Haken aber nach dem Loch für die *Miṯqâl*[8]), so bleibt der Balken nicht in dieser Lage. Man muß dann das Ausgleichgewicht an den Haken anhängen um die Schwere der Entfernung zu ersetzen und [den Balken] ins Gleichgewicht parallel zum Horizont zu setzen.

Die Maße sind folgende: Der Balken ist 1 Elle (0,5 m) lang und wird in 6 Teile geteilt. Wir tragen [vom Ende] einen Teil ab und bringen dort die Marke (*Markaz*) für die Zunge und die senkrechte Linie der *ʿÂrida* an, wie wir dies ausgeführt haben. Die kürzere Seite wird in 12 Teile geteilt.

---

[1]) Es sind auch die abschließenden Linien mitgezählt.

[2]) Diese Buchstaben bedeuten 100—1000.

[3]) α ist gleich *ʿAin*.

[4]) Diese Buchstaben bedeuten 10—100.

[5]) Im Arabischen ist dies etwas anders ausgedrückt.

[6]) *Ḥabba* bedeutet hier wohl „einzelnen Teilen".

[7]) Es sind die Brüche mit Worten ausgedrückt in der arabischen Art, die komplizierteren Brüche werden durch die Summe zweier einfacheren ausgedrückt.

[8]) Das an dem Haken aufgehängte System hat an dem dem Drehpunkt näher gelegenen Loch der *Miṯqâl* ein kleineres Drehmoment (*Ṯiql*); daher muß ihm noch ein Gewicht zugefügt werden.

Im Abstand von 10 solchen vom Aufhängepunkt bringt man das Loch für das Silber an und im Abstand von 7 liegt dann, wie man weiß, das Loch für das Gold [1]). Ist das vollendet, so beobachtet man (bestimmt man durch Beobachtung) die Gewichte aller Laufgewichte, wie das bekannt und üblich ist. Dazu legt man bekannte Gewichte in die Schale und hängt an den Teilen des Balkens, welche mit ihr übereinstimmen (d. h. ebensoweit von der Achse abstehen, wie sie selbst) an dünnen Seidenfäden Lasten, bis das Gleichgewicht vorhanden ist. Ist dies vorhanden, so sind jene Lasten gleich den *Rummânas*, sei es für die Hunderter, sei es für die Einer oder die Brüche. Jede *Rummâna* wird ihnen entsprechend hergestellt. Kennt man das Gewicht einer *Rummâna* durch die Beobachtung, so ist es für die andere aus ihr (der ersten) bekannt. Denn die größere ist zehnmal so groß als die mittlere* und die kleinere ein Zehntel von ihr* und die kleine *Rummâna* ist $^1/_{12}$ von der mittleren. Und das ist das Bild [2]).

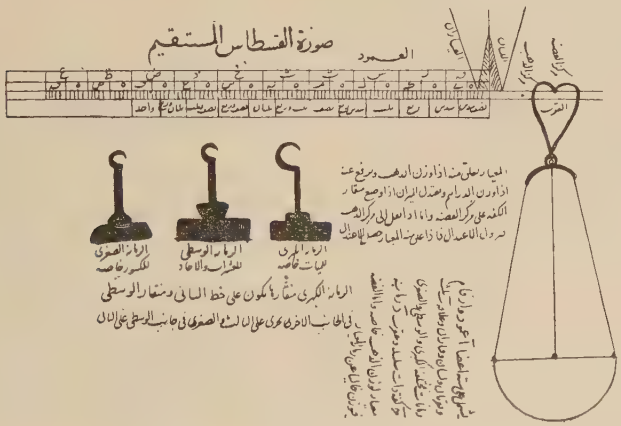


Fig. 24.

Auf der Figur steht:

I. Am Wagbalken von links nach rechts. Bild des *Qusṭâs al mustaqîm*. Der Balken. Die Schere. Die Zunge. Die Marke für das Gold. Der Haken, die Marke für das Silber.

II. Neben der Wagschale horizontal: Das Ausgleichgewicht (*Mi'jâr*) wird an ihm [dem Ring] aufgehängt, wenn man das Gold wiegt und von ihm fortgenommen, wenn man die *Dirham* wiegt. Die Schale ist im Gleichgewicht, wenn die Spitze (*Minqâr*) der Schale auf die Marke des Silbers gesetzt wird; wird sie aber zu der Marke des Goldes geführt, so hört das

[1]) Die Gewichte des *Dirham* (Silber) und des *Miṯqâl* (Gold) verhalten sich wie 10 : 7.

[2]) Wenn das zwischen * * stehende nicht ein Einschiebsel des Abschreibers ist, so ist hier unter der „kleineren *Rnmmâna*" die „mittlere" im Verhältnis zur „größten" verstanden.

Gleichgewicht auf; wird dann an ihm das Ausgleichgewicht aufgehängt, so tritt es wieder ein.

III. Neben der Wage in vertikaler Richtung: Sie [die Wage] umfaßt 6 Glieder: 1. Der Balken, die Schriften, die beiden Löcher, die Zunge, die Schere, die Aufhängung (*'Ilâqa*). 2. Drei *Rummânas*, die größere, die mittlere, die kleinere. 3. Die Wagschale mit der Schnur (*Silsila*) und dem Haken. 4. Eine *Rummâna*, das Ausgleichgewicht, die für die Wägung des Goldes bestimmt ist; das Silber wird ohne die *Rummâna* des Ausgleichgewichtes gewogen.

IV. Unter den drei Gewichten steht: Die große *Rummâna*, sie dient für die Hunderter, die mittlere *Rummâna* für die Zehner und Einer, die kleine *Rummâna* für die Bruchteile.

V. Darunter steht: Die Spitze der großen *Rummâna* ist auf der zweiten Linie und die Spitze der mittleren auf der anderen Seite bewegt sich auf der dritten und [die Spitze] der kleinen auf der Seite der mittleren [*Rummâna*] [bewegt sich] auf der zweiten Linie[1]).

Gewöhnliche Wagen.

Nachdem wir uns mit den Schnellwagen beschäftigt haben, wenden wir uns nun zur Beschreibung der gleicharmigen Wage.

Eine Abbildung der Wage, im Anschluß an das Sternenbild, das diesen Namen trägt, wie sie in einem im Besitz von Herrn Prof. Sarre befindlichen *Qazwînî*-Manuskript vorkommt, gibt Fig. 25.

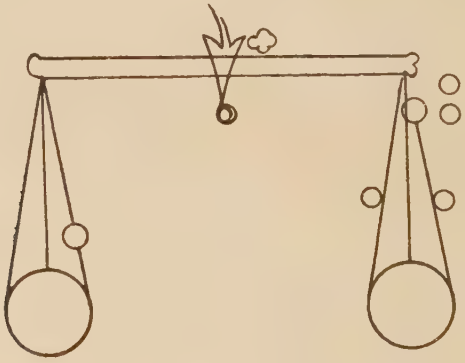


Fig. 25.

Die Wagebalken und Schalen sind in Gold bemalt, die Sterne rot umrändert.

[1]) Da in der Figur das obere sich hinten befindet, so wäre wohl das große Gewicht von hinten, die beiden anderen von vorne angehängt und zwar bewegen sich die Spitzen der drei *Rummânas*, wenn wir die beiden Begrenzungslinien mitrechnen, auf der zweiten und dritten Linie von hinten und der zweiten von vorne (d. h. der vierten von hinten).

Eine gleicharmige Wage mit nach oben gerichteter Zunge ist in einer *Ḥarîrî*-Handschrift abgebildet. (Fig. 26). Man sieht ganz deutlich wie der eine Mann die Wage hält. (Le Livre des Merveilles de l'Inde, publié par P. A. van der Linth. Leide 1883—1886).

Ferner sind der bekannten Lucknower Ausgabe (1893) von *Ajîn-i-Akbarî* von *Abu'l Fazl* S. 24 zu dem Kapitel „Über die Schwere und Leichtigkeit beliebiger Körper“ [1]) einige Abbildungen von Wagen beigegeben, der Wage für die Luft d. h. der gewöhnlichen Wage (Fig. 27) und der Wage für das Wasser. Noch zugefügt ist eine Abbildung für das Wassergefäß zur Verdrängungsmethode.

Die Wasserwage zeigt stärker ausgehöhlte Schalen.

Fig. 26.

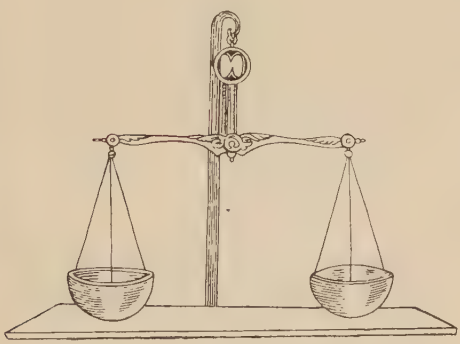


Fig. 27.

Im Anschluß an ältere Werke sagt *Abu'l Fazl*:

Einige Gelehrte schreiben diesen Unterschied [gleicher Volumina] verschiedener Metalle einem Unterschied in der qualitativen Konstitution der Körper zu und führen sie auf ihre Leichtigkeit und Schwere zurück, ihr Schwimmen und Untersinken in Wasser und ihr durch Wagen für die Luft und das Wasser angegebenes Gewicht. — Einige tiefblickende Gelehrte berechnen das Gewicht in Bezug auf Wasser. Sie füllen ein passendes Gefäß mit Wasser und werfen 100 *Miṯqâl* von jedem Metall hinein u. s. w. [2]).

---

[1]) Wir finden hier dieselben Titel wie bei Archimedes, bei *al Châzinî* u. s. f. Blochmann (Bd. 1, S. 41) übersetzt „Über spezifische Gewichte“.

[2]) Das abgebildete Gefäß für die Verdrängungsmethode ist sehr einfach und entspricht nicht dem von *al Bêrûnî* angegebenen (vgl. E. Wiedemann, Verhandlungen der physik. Gesellschaft 1908).

Bei den Wagen ist die Art des Einspielens der Zunge gegenüber einer Spitze zu beachten (vgl. w. u. die Methode von *al Marrâkûschî*)[1]).

Genaue Beschreibungen von gleicharmigen Wagen sind uns in *al Châzinîs* Werk erhalten. Da diese Wagen zur Bestimmung der Gewichtsverluste im Wasser oder, wie wir kurz sagen wollen, zur Bestimmung der spezifischen Gewichte von Edelsteinen und Metallen dienten, so hatten sie besondere Einrichtungen. Von solchen Wagen beschreibt *Châzinî* eine ganze Reihe, von denen aber nur einige hier behandelt werden sollen. Von besonderem Wert ist jedoch die Schilderung der Wage der Weisheit von *al Châzinî*, da sie uns einen Einblick in die hohe wissenschaftliche und technische Begabung der Muslime liefert.

Im folgenden soll daher eingehend diese Wage nach *al Châzinî* besprochen werden. Die ganz kurzen von Khanikoff gegebenen Mitteilungen hat Herr Prof. Dr. E. Wiedemann nach der Handschrift ergänzt und mir mitgeteilt. Der Text ist von ihm nicht immer wörtlich wieder gegeben, da die Darstellung oft recht breit ist. An einzelnen Stellen ist der Text kaum ganz korrekt, die vielfach fehlenden diakritischen Punkte erschweren ebenfalls das Studium.

Die Behandlung der Wage der Weisheit bildet den zweiten Teil des ganzen Werkes *al Châzinîs*.

Er schließt den ersten Teil mit den Worten:

Das ist das Beste, was wir von den Ausführungen der Alten und der Neuen [d. h. der Muslime] gefunden haben. Vollendet ist die vierte *Maqâla* und vollendet ist der erste Teil (*Qism*). Es folgt der zweite Teil.

Zweiter Teil (*Qism*) des Werkes. Über die Herstellung der Wage der Weisheit, die die Universal(*gâmi'*)Wage heißt, über das, was mit dem Wägen, ihrer Prüfung und mit dem Arbeiten mit ihr zusammenhängt, wenn eine der Schalen der Wage sich im Wasser befindet. — Es sagt *al Châzinî*. Im ersten Teil haben wir vorausgeschickt die Prämissen über die Schwere und die Leichtigkeit, über den Unterschied des Gewichtes in den wässerigen Flüssigkeiten und der Luft und das, was die Alten und die Späteren aus-

---

[1]) Bei den arabischen Wagen findet sich auch ein Gehänge (*châsse*) (*Qubba*) aus Eisen, an dem sie in die Höhe gehoben wird, wenn man einen Gegenstand wägt (*Qubba* ist auch der Wagbalken selbst). — Es würde *Qubba* unserer Schere entsprechen.

geführt haben über die Ermittelung der Zusammensetzung eines gemischten Körpers mittelst der Wage und der Rechnung. Jetzt ist es für uns an der Zeit, uns mit der Wage der Weisheit zu befassen und zu behandeln die Art ihrer Herstellung, die Prüfung ihrer Richtigkeit und die Feststellung der Marken (*Markaz*) für die Metalle und Edelsteine, für Wasser, das wie das Wasser des *Gaiḥûn*[1]), des Euphrat, des Tigris u. s. w.[2]), gleichmäßig nach seiner Natur in den verschiedenen Jahreszeiten außer im Hochsommer (*Qaiz*) oder Winter brauchbar ist. Weiter geben wir einen Hinweis auf einen allgemeinen Weg und ein schnell zum Ziel führendes Verfahren für alles, was sich zu jeder Zeit ereignet und die Zerlegung[3]) der aus zwei, aber nicht aus drei Substanzen zusammengesetzten Körper[4]), in diese Substanzen, ferner die

---

[1]) Der *Gaiḥûn* ist der Oxus (vgl. E. Wiedemann, Beiträge X, S. 308).

[2]) An anderen Stellen wird das Wasser von *Gurganîja* in *Chuwarezm* (*Chiwa*) erwähnt, das an dem Oxus liegt; vgl. zu dem Ganzen bei Khanikoff S. 99.

[3]) Es handelt sich hier wie in dem Folgenden nicht um eine wirkliche Zerlegung, sondern um die Ermittelung der Zusammensetzung aus den Gewichtsverlusten u. s. w. der Körper in Wasser.

[4]) Die Aufgabe, die Zusammensetzung eines Gemisches aus drei und mehr Körpern zu bestimmen, hat die Alten mehrfach beschäftigt. Die Muslime haben die Unmöglichkeit erkannt, dies Problem zu lösen. — In der weiter unten zu erwähnenden Schrift von *'Omar al Chajjâmî* heißt es gegen Schluß (fol. 60v):

„*Faṣl* 4. Über die aus drei und mehr Substanzen zusammengesetzten Dinge. Nach der oben erwähnten Methode verfahren wir bei allen aus zwei beliebigen Substanzen gemischten Körpern. Sind deren aber drei oder mehr, so gebe ich dahin ein deutliches Urteil ab, daß das, was hiervon auf einige der Alten zurückgeführt wird, falsch ist, falls der Fehler nicht von der Übersetzung oder der Abschrift, die ich selbst gelesen habe, herrührt".

Weiter finden sich am Schluß der Besprechung der Schrift von Menelaus (s. w. u.) (fol. 54v—55r) die folgenden interessanten Ausführungen:

„Das, was sich in diesem Werke hieran anschließt, handelt von der Darlegung, wie man die Menge eines jeden einzelnen von drei und mehr zusammengemischten Körpern für sich ermitteln kann. In ihm findet sich eine Betrachtung, die aber keine Resultate ergibt. Wir wandten uns daher von ihr ab und unterlassen, sie zu erwähnen, da eine große Anzahl verschiedener Resultate möglich ist. Und diese drei Körper werden bestimmt mittelst einer Erörterung, deren Wiedergabe zu lang wäre. Gerade so ist es bei drei Arten [von Gegenständen] von denen je ein *Mann* (etwa gleich 2 Pfund) einen verschiedenen Wert hat. Wollen wir [aus allen dreien ein Gemisch] herstellen, dessen Preis größer als der kleinste und kleiner als der größte ist, so können wir [z. B.] den mittleren Preis erzeugen, wobei sich die [Gewichte der] beiden äußeren zu einem *Mann* ausgleichen. Dies beschränkt sich aber nicht auf eine einzige bestimmte Größe [bestimmtes Gewichtssystem]. In diesem Fall liegt der Unterschied in dem Gewicht der *Mann* [d. h. den in einer *Mann*

sichere Unterscheidung der reinen Edelsteine von den gefärbten und den ihnen ähnlichen. Weiter werden wir von dem Nutzen dieser Wage bei den Wechselgeschäften und den seltsamen Problemen handeln, wenn der Wagebalken in einem für den betreffenden Zweck gegebenen Verhältnis geteilt ist. Bei der Prüfung und Benutzung der Wage wird ihre hohe Stellung nach Theorie und Praxis, Richtigkeit, Leichtigkeit in der Benutzung und Nutzen unter den übrigen Wagen dargelegt werden.

Dieser Teil ist in vier *Maqâlas* geteilt[1]).

Nach dieser Einleitung wird die Konstruktion der Wage der Weisheit behandelt. Es heißt:

Fünfte *Maqâla.*

Maqâla V. Über ihre (der Wage) Herstellung, Zusammensetzung, nähere Erklärung und Prüfung. Diese *Maqâla* hat 5 *Bâb.*

Erstes *Bâb.*

Bâb 1. Über ihre Herstellung der Wage der Weisheit in der Gestalt, die ihr der Scheich, der *Imâm Abû Ḥâmid al Muẓaffar Ibn Ismaʿîl al Asfizârî* gab. Wie bei der Konstruktion der Instrumente, deren Glieder wohl zusammengepaßt sind und die in den mit den Wissenschaften zusammenhängenden Künsten (also in unserer Präzisionsmechanik) hergestellt sind, wie das *Astrolâb* und das *Zîg al Safâiḥ* (auch ein astronomisches Instrument) braucht man auch hier eine Normale (*Miʿjâr*), die in gleiche Teile geteilt ist. Die einzelnen Teile des Instrumentes entsprechen diesen Teilen, damit ihre Gestalten schön und einander proportioniert sind. Um sie herzustellen, nehmen wir ein Lineal von der Länge einer Brokatelle (*Dirâʿ al Dîbâǧ*[2]) ca. 0,5 m), teilen ihre Länge in 8 gleiche „Abschnitte" (*Qism*) in der üblichen Art und in ihre Fünftel

---

enthaltenen Teilgewichte] und in dem Preis, in jenem Fall in dem Volumen und der [spezifischen] Schwere". (Es werden solche Mengen der beiden äußeren genommen, daß ein *Mann* von ihnen zusammen so viel kostet, wie ein *Mann* des Körpers von mittlerem Preis.)

Später (fol. 79b) wird noch ein ganzes *Faṣl* von zwei Seiten der Frage gewidmet s. w. u.

Die Möglichkeit der Bestimmung der Komponenten x und y mit den spezifischen Gewichten s_1 und s_2, eines binären Gemisches mit dem Gewicht P und dem spezifischen Gewicht σ aus P und dem Auftrieb A ergibt sich ohne weiteres aus den beiden Gleichungen:

$$x + y = P \text{ und } \frac{x}{s_1} + \frac{y}{s_2} = A = \frac{P}{\sigma}.$$

Haben wir 3 Komponenten x, y und z, so gelten analog die Gleichungen:

$$x + y + z = P \text{ und } \frac{x}{s_1} + \frac{y}{s_2} + \frac{z}{s_3} = A = \frac{P}{\sigma}.$$

Wir haben also zur Bestimmung von drei Unbekannten nur zwei Gleichungen.

[1]) Es sind die vier letzten *Maqâlas* des Werkes, vgl. S. 82.

[2]) Vgl. E. Wiedemann, Beiträge XIV, S. 46.

und Zehntel (diese letzten dürften die später benutzten „Teile“ (*Guz*)[1]) sein). Die Buchstaben [die Zahlen bedeuten] bringt man von einer Seite aus an. Dieses Lineal heißt „Normale der Wage“. Hierauf beginnt man mit der Konstruktion der einzelnen Glieder der Wage entsprechend dieser Normalen. Dies *Bâb* ist in 7 *Faṣl* geteilt.

Faṣl 1. Den Wagebalken (Fig. 28) stellen wir aus Eisen oder etwas ähnlichem her. Er ist zylinderförmig, viereckig, brettförmig (d. h. nicht quadratisch) mit parallelen Flächen, rechtwinkelig. Man macht ihn 4 und mehr Ellen (= 2 m) lang. Macht man ihn länger, so wird das Arbeiten mit ihm genauer. Seine Mitte ist vier Finger dick (= $^1/_6$ Elle = 8 cm), dicker an Volumen [als den übrigen Teil] wegen der Stelle, die auf ihm liegt[2]), damit er nicht schwach ist und sich nicht biegt, die Länge dieses Stückes machen wir zu 3 Abschnitten (= $^3/_8$.0,5 m = 0,2 m, also $^1/_{10}$ der ganzen Länge). Wir befestigen ihn zwischen zwei weiblichen Teilen[3]), die nach oben gebogen sind, wie die Wagen der Schuhe.

Die obere Breite der Platte machen wir gleich zwei Teilen (= 1,2 cm) der Normalen und ihre Tiefe (Dicke) das doppelte davon, gleich vier Teilen (2,4 cm). — Hierauf feilen wir die Fläche des Balkens eben und bezeichnen die obere Fläche mit abgd. Der Länge nach halbieren wir sie durch rh, der Halbierungspunkt ist e.

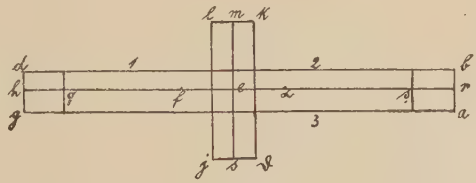


Fig. 28.

Dann machen wir einen Querbalken aus dem Material des Balkens. Seine Länge ist 30 Teile (dies ist also $^3/_8$ der Länge des Balkens, was mit der Figur stimmt). Die Breite seiner oberen Fläche ist gleich 2 Teile, wie die der oberen Fläche des Balkens, seine Dicke ist 1 Teil und die Breite seiner unteren Fläche ist 3 Teile[4]). Das Querstück ist lkϑj, seine Halbierungslinie sm.

---

[1]) 1 Teil ist dann 0,5/80 m = 0,6 cm.

[2]) Es wird nämlich ausgefeilt.

[3]) *Mâdagatain* ist hier im Dual gebraucht, wahrscheinlich sind auf dem Balken zwei vertikale Stücke angebracht, zwischen denen das Verstärkungsstück gehalten wird. Über die Verwendung des Ausdruckes Mann und Weib bei Instrumenten s. E. Wiedemann, Beitr. VI, S. 33. Über die Wagen der Schuhe war bisher nichts zu erfahren.

[4]) Hiernach ist der Querschnitt des Querstückes nicht ein Rechteck, sondern ein Trapez. Es wird aber, wie aus der ersten der unten geschilderten Befestigungsweisen hervorgeht, auch mit rechteckigem Querschnitt verwendet.

In der Mitte des Balkens machen wir einen auf ihr senkrechten Einschnitt, um in diesem das Querstück zu befestigen. Deshalb haben wir auch die Mitte des Balkens dicker gemacht, damit er sich nicht biegen lasse oder zerbreche. Zur Befestigung des Querstückes kann man zwei Methoden benutzen. Bei der einen sind seine [des Querstückes] Flächen parallel[1]) und auf ihm zwei einander gegenüberstehende Befestigungsvorrichtungen (Vorsprünge etwa Stifte) angebracht. In diesem Fall hat der Einschnitt auf dem Balken auch parallele Flächen. Weiter sind auf beiden Seiten der Längsrichtung des Balkens zwei Einschnitte (etwa Löcher), in welchen die Vorsprünge befestigt werden. Durch diesen Kunstgriff wird das Querstück auf dem Balken befestigt.

Bei der zweiten Methode ist der Einschnitt trapezförmig, oben ist er zwei Teile, unten drei Teile breit, seine Tiefe beträgt 1 Teil, entsprechend der oben erwähnten Gestalt des Querbalkens, damit die Mitte des Querbalkens fest in ihm befestigt werden kann und sich nicht von ihm trennt[2]). Seine [oberen] Flächen liegen in einer Ebene. Die beiden Linien r h und s m schneiden sich im Punkt e unter einem rechten Winkel. r h heißt die Linie des Parallelseins (*Ḫatt al Istiwâ*, Mittellinie) und s m „die zu ihr Senkrechte". Auf der letzten Linie macht man zwischen e m und e s aneinandergereihte feine Löcher wie Nadelöhre oder wir machen längs derselben einen langen Schlitz. Von h und r aus tragen wir auf der Mittellinie Striche h q und r ṣ ab gleich einem Teil der Normalen; wir bezeichnen q und ṣ mit einer Marke. Jede der Linien e q und e ṣ teilen wir in 100 gleiche Teile. Die fünften werden auf der einen Seite der Fläche [durch verlängerte Linien] bezeichnet.

Wir beginnen dann mit dem Aufzeichnen der Buchstaben des Alphabetes von j (= 10) an, wie sie den Zahlen entsprechen. Wir nennen diese Teile „Teile der Mittellinie". Diese Figur entspricht den Ausführungen von *Muẓaffar al Asfizârî*, nur ist noch das mit aufgenommen, was wir [*al Châzinî*] später behandeln.

Die Konstruktion der Zunge wird folgendermaßen beschrieben:

Faṣl 2. Über die Konstruktion der Zunge.

Wir nehmen von dem Material des Balkens ein Stück von der Länge einer Elle, d. h. $^1/_4$ von der Länge des Balkens, entsprechend der Gestalt der Zunge; es ist an den Seiten abgeplattet (*musajjaf*) und am Ende zugespitzt, die Basis ist gerundet (die Fig. 30 läßt das ersehen)[3]). Je länger die Zunge ist, um so genauer sind die Wägungen. Auf der Basis sind zwei Befestigungsvorrichtungen (ϑ^4) k). Mittelst derselben befestigen wir die Zunge auf der Mittel-

---

[1]) Der Querschnitt des Querstückes ist also rechteckig.

[2]) In diesem Fall wird das Querstück seitlich in den Einschnitt in den Balken eingeschoben.

[3]) Die Angaben über die Breite lassen sich nicht genau feststellen, nach der Zeichnung wäre sie im Maximum etwa $^1/_3$ Elle.

[4]) $\vartheta = \underline{t}$.

linie des Balkens, in der Umgebung des Punktes e (Fig. 28), an den Punkten *a* und f (diese sind an der Figur 28 zu weit nach außen gezeichnet) mittelst der Schraube oder dem Metallknopf (*Schaʿîra*)[1]), dieser dient dazu, die Zunge auf der Fläche des Balkens zu befestigen und gestattet sie fortzunehmen, um sie leichter nach den Regeln der Kunst herzustellen. Die Fläche der Zunge ist parallel zu der senkrechten Querlinie[2]). Oder man spitzt (zur Befestigung der unteren Fläche] die Basis zu und macht in dem Halbierungspunkt c des Balkens ein Loch und befestigt in ihm die Zunge. Das ist, was *al Muẓaffar al Asfazârî*, Gott erbarme sich seiner[3]), erwähnt.

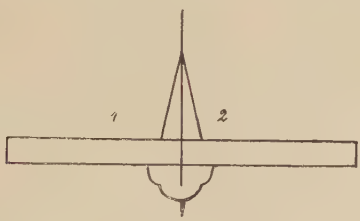


Fig. 29.

Nach dieser Bemerkung würden die folgenden Ausführungen über den Schwerpunkt von *al Châzinî* herrühren.

Soll nun der Schwerpunkt hier auf die [obere] Fläche des Balkens fallen, so ist das nur der Fall, wenn das Verhältnis des Gewichtes der Zunge zu dem Gewicht des Balkens gleich ist dem Verhältnis des Abstandes des Schwerpunktes des Balkens von der betreffenden Fläche zu dem Abstand des Schwerpunktes der Zunge. Dies kommt selten vor.

In bezug auf die Bestimmung des Schwerpunktes des Balkens u. s. w. bemerkt *al Châzinî*, daß man ihn durch Rechnung und durch Beobachtung findet und fährt etwa so fort:

Durch die Beobachtung bestimmt man den Schwerpunkt eines jeden schweren Körpers, indem man ihn auf die Spitze eines zugeschärften Eisenstückes stellt oder auf die Schärfe (*Ḥadd*) eines Messers, bis er im Gleichgewicht ist und seine Längsrichtung horizontal steht. An der Berührungsstelle macht man eine Marke. Durch sie geht der Durchmesser der Welt in bezug auf den Schwerpunkt im Innern des Körpers. So verfährt man mit den vier Seiten. Der Schnittpunkt der beiden Linien, die zwischen zwei gegenüberliegenden Marken gezogen werden, ist der Schwerpunkt dieses Körpers. Die

---

[1]) *Schaʿîra* ist u. a. der Metallknopf, mittelst dessen die Klinge des Schwertes an dem Griff befestigt ist.

[2]) Also senkrecht zu der Längslinie des Balkens.

[3]) Danach war damals *al Muẓaffar* gestorben.

von ihm auf jede Fläche gezogene Senkrechte ist die Entfernung, die man zu seiner Bestimmung braucht.

Nun kommen Ausführungen über die Bestimmung der Lage des Schwerpunktes und wie man seine Lage verändert; hier wie im vorhergehenden dürften sich im Text Fehler finden.

Auf eine Eisenspitze, deren Lage dem Punkte, der Vereinigungsstelle der Basis der Zunge und der Fläche des Balkens entspricht, wird das System Balken und Zunge gestellt, und zwar so, daß einmal Balken und Zunge horizontal sind, das anderemal daß der Balken vertikal und die Zunge horizontal ist. Ist Gleichgewicht vorhanden, so ist der Punkt der Gesuchte und man befestigt die Achse auf ihm[1]). Neigt sich die Seite der Zunge zu dem Mittelpunkt der Welt, so nehmen wir von ihr so viel wie möglich ist mit der Feile (*Mibrad*) fort. Genügt das nicht, so muß man notwendigerweise ein Gewicht an Stelle der Zunge auf der ihr gegenüberliegenden Seite anbringen und es heißt Gegengewicht (*Maqâwim*) der Zunge. Ist das nicht der Fall, so senkt sich der Balken und kehrt sich das unterste nach oben nach der Zusammensetzung um[2]) (vgl. die Figur 37, S. 135).

Von der Schere u. s. w. ist die Abbildung (Fig. 30) und etwa folgende Beschreibung gegeben.

Faṣl 3. Über die Konstruktion der Schere.

Wir machen eine Schere abgd wie die der [gewöhnlichen] Wage, oben trägt sie ein Querstück (*ʿArîḍa*)[3]); unten haben die beiden Schenkel Füße ge und dr, die umgebogen sind. Die beiden Linien em und rn, die in der Mitte der Füße der Länge nach gezogen sind, stehen gegenüber dem Querstück (*ʿArîḍa*) [des Wagebalkens] der Länge nach. Das Querstück der Schere schärfen wir innen bei ls, d. h. da, wo es der Spitze der Zunge gegenübersteht, zu. Auf dem Querstück bringen wir zwei oder drei Henkel an, um es an dem Nagel auf der Wand oder einem gekrümmten Henkel an einem Gestell aufzuhängen (s. w. u.). Die umgebogenen Füße und die drei Henkel sollen dazu dienen, daß die Wage sich nicht nach den Seiten neigt. Längs der Linien em und rn bohrt man Löcher in die *ʿArîḍa* gegenüber denen der *ʿÂrida* am Wagebalken. Je zahlreicher sie sind, um so sicherer ist die Anordnung[4]).

---

[1]) Für die Fäden, an denen nach dem Späteren die Wage aufgehängt wird, liegt die Drehungsachse an der oberen Fläche.

[2]) Man hat ohne das Gegengewicht, das auf der Figur 29 deutlich sichtbar ist, labiles Gleichgewicht; zuerst wird dies durch Feilen an der Zunge fortzuschaffen gesucht, dann durch das Anbringen des Gegengewichtes.

[3]) Es ist zwischen der *ʿÂrida*, dem Querstück am Balken und der *ʿArida*, dem Querstück an der Schere zu unterscheiden.

[4]) Diese Löcher dienen dazu, um die Seidenfäden hindurchzuziehen, an denen die *ʿÂrida* aufgehehängt wird (s. w. u.).

Nach der Beschreibung des Balkens und der Zunge entwickelt *al Châzinî* die allgemeinen Prinzipien über die Art der Aufhängung des Wagbalkens u. s. f. wie folgt:

Faṣl 4. Über die universelle allgemeine Lehre von der Befestigung (Anordnung) der Achse, des Loches und des Gewichtes. Für den zylindrischen Balken, der von der Zunge losgelöst ist, können für die Achse drei Fälle unterschieden werden.

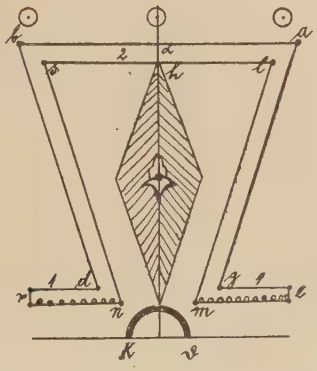


Fig. 30. Bei 1, 1 steht „das Umgebogene", bei 2 die *ʿArîda*.

1. Die Achse des Gleichgewichtes (*Iʿtidâl*, der Symmetrie, es ist die Achse des indifferenten Gleichgewichtes); wir haben diesen Fall, wenn sie durch den Schwerpunkt geht, genau in der Mitte des Balkens und senkrecht zu seiner Länge steht. Dann dreht sich der Balken leicht, gehorcht dem Gewicht und bleibt da stehen, wo das Gewicht [durch Fortnahme] ihn beim Drehen sich selbst überläßt. Er stellt sich nicht von Natur (selbst) horizontal, denn der Pfeil (*Sahm*), der vom Mittelpunkt der Welt nach dem Schwerpunkt gezogen wird, teilt ihn durch den Schnitt in zwei gleiche Hälften, wo immer er [der Balken] steht (s. w. u.).

2. Die Achse des Umkippens (*Inqilâb*, Achse des labilen Gleichgewichtes); wir haben diesen Fall, wenn die Achse zwischen dem Weltmittelpunkt und dem Schwerpunkt des Balkens gelegen ist, dann kippt er von selbst, wenn er bewegt wird, um, so daß das oberste nach unten kommt (*maʿkûs*). Denn der von dem Weltmittelpunkt kommende Pfeil teilt ihn in zwei verschiedene Teile; der sich neigende hat das Übergewicht, deshalb kippt der Balken um.

3. Die Achse des Gezwungenwerdens (*Iltizâm*, des stabilen Gleichgewichts); wir haben diesen Fall, wenn die Achse sich oberhalb des Schwerpunktes befindet. Wird der Balken bewegt, so teilt ihn der Pfeil vom Weltmittelpunkt zum Schwerpunkt in zwei verschiedene Teile; der der in die Höhe steigt, ist der größere, er überwiegt und kehrt zurück, so daß der Balken sich parallel zum Horizont einstellt, da hier der Pfeil ihn in zwei gleiche Teile teilt. Daraus folgt die Horizontalität.

Beispiel (Fig. 31). Der [von der Zunge] losgelöste Balken sei abgd, seine Halbierungslinie der Länge nach mn, der Quere nach sα ($\alpha = {}^{c}Ain$), der Punkt e der Schnittpunkt dieser Linien ist der Schwerpunkt des Balkens [1]).

a) Machen wir e zur Achse, so bleibt er [der Balken] gehorsam da stehen, wo er sich selbst überlassen wird, denn kes ist der von k dem Weltmittelpunkt nach e dem Schwerpunkt gehende Pfeil, er schneidet die Ebene abgd in zwei gleiche Hälften und zwar, wenn der Balken sich nach irgendeiner Seite neigt, nach einer Erklärung, die hier aufzuführen zu lang wäre [2]).

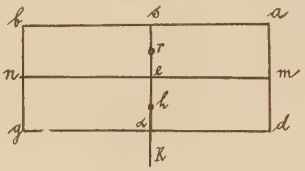


Fig. 31.

b) Machen wir r [zur Achse] oberhalb von e in der Richtung fort von dem Mittelpunkt der Welt, so teilt die Linie krs die Ebene in zwei verschiedene Teile. Der emporsteigende ist der größere, er hat das Übergewicht und kehrt zurück. Es folgt die Horizontalität.

c) Machen wir h zur Achse unterhalb von e, in der Richtung fort von dem Schwerpunkt und neigt sich der Balken nach einer Seite, so hat der sich neigende (sinkende) das Übergewicht. Denn der Pfeil teilt abgd in zwei verschiedene Teile und der herabgehende Punkt (? Teil) hat das Übergewicht, so daß der Balken von oben nach unten umkippt.

Soviel über den [von der Zunge] losgelösten Balken.

Verbindet man mit dem Gewicht des Balkens das Gewicht der auf ihm in der Mitte senkrechten Zunge, so ist der Schwerpunkt von demjenigen des losgelösten Balkens verschieden und muß notwendigerweise ein anderer Punkt sein. Die Regel für diesen anderen Schwerpunkt entspricht derjenigen für den Mittelpunkt des Gleichgewichts bei dem losgelösten Balken. Macht man ihn zur Achse, so bleibt der Balken da stehen, wo man ihn sich selbst überläßt.

Befestigt man (Fig. 32) die Zunge oberhalb des Balkens bei s, dann liegt der Schwerpunkt des ganzen bei r (je nachdem nun die Achse durch r geht, ober- oder unterhalb liegt, hat man indifferentes, stabiles und labiles Gleichgewicht). Befestigt man die Zunge unterhalb des Balkens bei α, so liegt der Schwerpunkt bei s (hier werden wieder die drei Gleichgewichte wie früher behandelt).

Der Unterschied [in der relativen Lage des Schwerpunktes und der Achse] tritt nun in verschiedener Art ein. 1. Infolge davon, daß der Balken isoliert

[1]) Zunächst ist stillschweigend ein unendlich dünner Balken vorausgesetzt. — Der nicht ganz mit dem unserigen übereinstimmende Sprachgebrauch ist beibehalten.

[2]) D. h. es soll nicht bewiesen werden, warum bei jeder Lage der Balken durch kes in zwei gleiche Teile zerlegt wird.

ist oder mit der Zunge verbunden ist, die entweder aufrecht steht oder nach unten gekehrt ist. 2. Infolge der Lage der Achse, die durch den Schwerpunkt geht oder oberhalb oder unterhalb desselben liegt. 3. Infolge der Lage der Schalen [auf dem Balken], indem sie entweder gegenüber [d. h. in derselben Ebene wie die] der Achse, oder oberhalb oder unterhalb derselben liegen. Daher hat man 27 verschiedene Fälle und ein Resultat, das sich für jede besondere Anwendung ergibt.

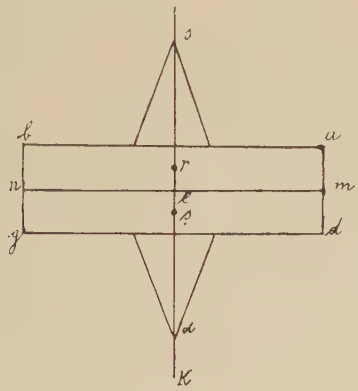


Fig. 32.

Ist nämlich der Balken parallel zur Horizontalebene und neigt er sich durch eine Bewegung oder ein [aufgelegtes] Gewicht, so treten infolge davon drei Bewegungen ein, entweder Gleichgewicht (indifferentes) oder Zurückkehren in die ursprüngliche Lage (stabiles Gleichgewicht) oder Umkippen (labiles Gleichgewicht), getrennt oder zusammengesetzt bei der Umdrehung. Das haben wir alles in dieser Tabelle (s. die folgende Seite) zusammengestellt, damit man es leichter auffaßt.

Wäre es der vereinzelte Balken [d. h. ohne Schalen] allein, mit dem gewogen wird, so wären der Balken und die Achse die oben erwähnten, nun wird aber mit dem Balken das Gewicht der fünf, drei oder zwei Schalen verbunden und das ganze bestimmt den Balken. Deshalb macht man nicht an dieser Stelle die Achse fest, sondern wartet, bis man ihre Lage für die zusammengesetzte Vorrichtung nach der Vollendung bestimmt hat. Dann lötet man sie an ihrem Ort an, wie wir angeführt haben (s. w. u.).

Besonders behandelt wird hieran anschließend die Frage, warum bei der Konstruktion der vorliegenden Wage nicht die Achse und der eiserne *Mingam*[1]) benutzt ist, sondern man zu der Anwendung von Fäden übergegangen ist.

---

[1]) *Mingam* bedeutet (s. S. 159) die Schere, doch muß es auch eine andere Bedeutung haben, vielleicht bedeutet es hier eine besondere Art der Achse; wir werden, um sicher zu gehen, das Wort *Mingam* beibehalten.

Tabelle der verschiedenen Fälle bei der Wage.

Der Balken	Bestimmung für den Balken für sich, losgelöst von der Zunge [die Achse ist]		Bestimmung für den mit der Zunge verbundenen Balken [die Zunge ist befestigt] oben, sie steht nach oben [die Achse ist]			[die Zunge ist befestigt] unten, sie ist umgekehrt [die Achse ist]	
Über die verschiedenen Fälle, wenn ist der Ort der Aufhängung	im Schwerpunkt	über dem Schwerpunkt	unter dem Schwerpunkt	im Schwerpunkt	über dem Schwerpunkt	unter dem Schwerpunkt	im Schwerpunkt	über dem Schwerpunkt	unter dem Schwerpunkt
In einer Ebene mit der Achse	indifferent	stabil	labil	indifferent	stabil	labil	indifferent	stabil	labil
Über der Achse	labil	indifferent | stabil labil	labil	labil	indifferent | stabil labil	labil	labil	indifferent | stabil labil	labil
Unter der Achse	stabil	stabil	indifferent | stabil labil	stabil	stabil	indifferent | stabil labil	stabil	stabil	indifferent | stabil labil

Der zylinderförmige Balken dreht sich entweder auf einer festen Achse, er ist dann offenbar durchbohrt, oder die Achse ist mit dem Balken fest verbunden und bewegt sich auf zwei Polen (Lagern); in beiden Fällen wird die Bewegung gehindert und verändert, deshalb muß *al Mingam* sehr fest sein und das für ihn bestimmte Loch muß mit einem zylinderischen Bohrer zu einem [an den Rändern] zugeschärften Loch gemacht sein und sehr nahe an dem Schwerpunkt (*Markaz*) der Säule liegen. Dann neigt es (das Ganze) sich zur Genauigkeit und Schnelligkeit.

Ersetzt man die Achse durch einen Faden [der in diesem Fall horizontal liegt und an Stelle der Achse tritt], der nicht beliebig dünn sein darf, da er die Wage tragen muß, so tritt auch in diesem Fall eine Hinderung der Bewegung ein. Verwendet man aber eine Anzahl feiner [vertikaler] Fäden, so wird die Achse gleichsam eine Linie ohne Breite wie in dem Beispiel [bei den theoretischen Betrachtungen]. Die Hinderung wird kleiner, so daß die Wage genau ist und man feine Wägungen ausführen kann. Man hängt daher den Balken an der Schere an sehr feinen Seidenfäden auf, damit sie sich im Gebrauchsfall leicht dreht.

Hieran schließt *al Châzinî* in demselben *Faṣl* ein Stück aus den pseudoaristotelischen mechanischen Problemen[1]).

Stücke aus der Mechanik (*Ḥijal*). Aristoteles sagt: Es verwundern sich die Menschen über die Dinge, welche naturgemäß erfolgen, von denen man aber [die Ursache] nicht kennt, ferner über die Dinge, die gegen die Natur geschehen, die aber durch die Kunst für den Nutzen der

---

[1]) Die folgenden Stellen entstammen den *Μηχανικὰ προβλήματα*, den mechanischen Problemen, die unter dem Namen des Aristoteles gehen, aber wohl von einem seiner Schüler herrühren (s. oben). Sie sind in den Ausgaben des Aristoteles abgedruckt; eine deutsche Übersetzung hat F. T. Poselger zuerst in den Abhandlungen der k. Akademie zu Berlin 1829, S. 57—92 gegeben, diese ist dann 1881 von M. Rühlmann herausgegeben worden (vgl. dazu u. a. Heller, Geschichte der Physik Bd. 1, S. 62).

Eine Schrift *Kitâb al Ḥijal* von Aristoteles führt H. Chalfa auf (Bd. 5, S. 78 und Bd. 7, S. 851), sie wird auch von *al Fârâbî* und *Ibn Abî Uṣaibi'a* erwähnt. Handschriftlich ist sie im Brit. Museum (Kat. p. 206) unter dem Titel „*al Maḥanîqî wa hija al Ḥijal*" erhalten (vgl. M. Steinschneider, Beiheft XII zum Zentralblatt für Bibliothekswesen S. 86. 1893). Die von *al Châzinî* benutzten Stellen stehen im ersten und zweiten Kapitel; das erste Kapitel ist fast ganz übernommen, mit Ausnahme der Verse des Antiphon; von dem zweiten der Anfang und ein Teil des Schlusses; der Muslime hat eben nur das, was er für seine Betrachtungen braucht, mitgeteilt. Die Änderungen gegen das Griechische sind nur klein. Hiernach erscheint es möglich, daß die Betrachtungen von *Tabit Ibn Qurra*, die oben (S. 89), mitgeteilt sind, und der einzelne Wendungen fast wie hier *al Châzinî* benutzt, auf die Problemata zurückgehen.

(Zusatz von Prof. E. Wiedemann.)

Menschen verwandt werden. Denn die Natur hat stets ihre eigene Art, das Bedürfnis der Menschen ist aber ein sehr verschiedenes. Jede Tätigkeit ist aber schwer, welche gegen die Natur geschieht, da bedarf es künstlerischer (handwerksmäßiger) Kunstgriffe (*Ḥijal*).

Hierher gehört [der Satz] „die kleinen [Dinge], sie bewältigen die großen". Die mechanischen (*ḥijalî*) Probleme gehören gleichzeitig zu den mathematischen (*rijâdî*) und den Naturwissenschaften. Das Formale bei diesen Problemen gehört zu den mathematischen und das Reale zu den Naturwissenschaften: wie die Anwendung des Hebels (*Bairam*)[1]. [Wer ohne Hebel eine Last nicht bewegen kann][2], bewegt eine Last leicht, wenn er seine [des Hebels] Last hinzufügt. Der Grund hierfür ist der Kreis[3], und was ihm (dem Hebel) ähnlich ist. Das Wunderbarste ist, daß in ihm [dem Kreis] die entgegengesetzten Dinge vereint sind. In ihm sind vereint die Ruhe und die Bewegung und in seiner Umgrenzung (*Ichâṭa*) Konvexität und Konkavität und zwischen ihnen besteht ein Widerspruch, wie zwischen dem Größeren und Kleineren, zwischen denen das gleiche liegt, und zwischen dem Konkaven und Konvexen liegt das Gerade. Und in seiner einzigen Bewegung bestehen Widersprüche, sie geht nach vorwärts, nach rückwärts, nach oben und nach unten. Und die [gerade] Linie beschreibt ihn durch die Bewegung einer Seite [dem Ende des Radius] und die Ruhe einer anderen und sie [die Bewegung] endigt [bei der Umdrehung] da, von wo sie ausging und sie wird dahin fortgeführt, von wo aus sie fortgeführt wurde [in ihren Ausgangspunkt]. Und die Punkte, welche auf ihm [dem Radius] liegen, haben verschiedene Geschwindigkeit; der, welcher dem ruhenden Ende näher liegt, ist der langsamere. Es ist [daher] nicht ungereimt, daß der Kreis der Anfang und Beginn der wunderbaren Erscheinungen ist.

Die Dinge, welche sich an den Wagen ereignen, ereignen sich nur wegen [der Eigenschaften] des Kreises und werden auf ihn zurückgeführt und ebenso wird das, was sich am Hebel ereignet, auf die Wage zurückgeführt.

Und weil in einem einzigen Kreis verschiedene Bewegungen auftreten, so ist es möglich, [mehrere] Kreise herzustellen, welche infolge der einzigen Bewegung [des ersten Kreises] zahlreiche Bewegungen ausführen[4]. Dies ist das Grundprinzip für viele widersprechende, wunderbare Bewegungen, so daß von ihnen nur eine Bewegung sichtbar ist und ihre Ursache verborgen ist.

Ein Problem ist, wenn man sagt: Warum sind die großen Wagen genauer als die kleinen und zahlreicher [in der Anwendung] in bezug auf die Untersuchung (Forschung) als die kleinen. Das Prinzip der Antwort [auf die Frage] nach diesem Grund ist, daß man frägt: Warum ist bei einer Linie, welche von dem Mittelpunkt eines Kreises ausgeht und die lang ist und bei der daher der Abstand des Endes ein größerer Abstand ist [als bei einer anderen]

---

[1]) Vgl. zu *Bairam* E. Wiedemann, Beiträge VI, S. 19.

[2]) Ergänzt aus dem Griechischen.

[3]) Es sind gemeint die Eigenschaften des Kreises.

[4]) Es sind hier, wie aus dem griechischen Text hervorgeht, maschinelle Anordnungen gemeint.

die Bewegung ihres Endes schneller [als die des Endes der anderen], wenn beide durch dieselbe Kraft bewegt werden[1]). Schneller heißt aber diejenige von zwei Bewegungen, welche einen größeren Raum in ein und derselben Zeit durchschneidet. Die von dem Mittelpunkt entferntere [Stelle] durchschneidet aber bei ihrem Umlauf einen großen Raum und die nähere einen kleineren Raum. Aus dieser Ursache ergibt sich, daß die Aufhängung (*'Ilâqa*) der Wage der Mittelpunkt ist, da er ihr feststehender Teil ist und daß die beiden Seiten (Arme) des Balkens, welche auf beiden Seiten der Aufhängung sich befinden, an Stelle der Linien treten, die vom Mittelpunkt ausgehen. Ist der Balken länger, so erfährt sein Ende durch dasselbe Gewicht eine heftigere Bewegung, als die ist, welche ihn in Bewegung setzt, wenn er kürzer ist. Werden gewisse [kleine] Gewichte auf kleine Wagen gelegt, so beobachtet man nicht eine Neigung nach einer Seite, weil sie klein und der Wagbalken kurz ist. Legt man sie aber auf eine große Wage, so ist die Neigung deutlich, da die Zunge und der Balken lang sind.

Faṣl 5. Zur Konstruktion der fünf Wagschalen (Fig. 33) machen wir aus Messing (*Schibh*) drei Schalen (*Fingana*)[2]) von der Gestalt einer Halbkugel. Der Durchmesser einer jeden ist 30 Teile der Normalen[3]). Am Boden der dritten Schale fügen wir drei [Teile] hinzu. An ihrem Ende machen wir sie zugespitzt und kegelförmig. Wir nennen sie die Wasserschale. Bei dieser Gestalt sinkt sie leichter unter. Die beiden anderen Schalen nennen wir die Luftschalen. An dem Boden der einen Luftschale bringen wir einen Ring an, um an ihm die Wasserschale aufzuhängen.

Dann nehmen wir eine vierte Schale[4]) [sie heißt nach der Fertigstellung

---

[1]) Es werden die Bewegungen der Enden zweier verschieden langer Radien, die die gleichen Winkelgeschwindigkeiten haben, verglichen.

[2]) Khanikoff übersetzt „Klepshydra“, d. h. Wasseruhr. Dies bedeutet *Fingana* auch; hier ist aber sicher nur eine Schale gemeint.

[3]) Diese ist, wie erwähnt, 1 Elle lang und hat 80 Teile, der Wagbalken ist 4 Ellen = 320 Teile lang, also ist der Durchmesser der Wagschale etwa $^1/_{11}$ der Länge des Wagbalkens. Nach der Zeichnung wäre sie nur etwa $^1/_6$.

[4]) Das Verständnis der Beschreibung der geflügelten Schale hat Herrn Prof. E. Wiedemann wie Khanikoff und dessen Herausgebern zuerst große Schwierigkeiten bereitet. Zum Verständnis hat wesentlich eine Stelle in dem Abschnitt über die Glieder der Wage beigetragen, wo es heißt: „Die vierte ist die verschiebbare geflügelte, die an den Seiten eingeschnitten ist, damit nicht ihr Rand einen [Aufhänge]faden hindert, daß er sich der Stelle, die einer Marke [auf dem Balken] gegenüberliegt, nähert.“ — Die Schale hat demnach zwei einander gegenüberliegende vertikale Einschnitte, die in der Richtung zweier Radien liegen. Dadurch kann sich der Ring, der die geflügelte Schale trägt, sehr stark den Ringen der beiden benachbarten Schalen nähern; die Fäden, die diese tragen, treten in die Einschnitte auf beiden Seiten ein. Die Figur 33, IV zeigt diese von oben gesehen. Die vertikalen Wände des Schlitzes werden durch ein auf der einen Seite durch eine Sehne, auf der anderen durch einen Kreisbogen begrenztes Blech gebildet, das zweimal im rechten Winkel um-

die geflügelte], deren Achse bei e ist; ihr Durchmesser beträgt, wie bei den beiden Luftschalen 30 Teile. Wir machen von den beiden Seiten in der Größe von 5 Teilen[1]) Einschnitte ϑ n l und h a k in der Richtung nach der Achse gegen die Mitte des Bodens. Der Abstand zwischen der Achse e und n ist 5 Teile und zwischen e und m 10 Teile. Die Seite ϑ l heißt die innere, h k die äußere[2]). Der Zwischenraum zwischen beiden Einschnitten beträgt 15 Teile der Normale. — Dann nehmen wir ein Blech von der Dicke der dünnen Schale[3]), ziehen auf ihm mit einem Zirkel mit der Öffnung von 15 Teilen der Normale einen Kreis und schneiden von der Platte das ab, was hinter (außerhalb) dem Kreise sich befindet. Dann schneiden wir die Platte in zwei verschieden große Hälften, biegen jede derselben um und löten diese gesondert auf den Rand jeder Seite der Schale. Wir nennen das die geflügelte Schale.

Dann nehmen wir eine fünfte Schale, ihr Durchmesser ist ebenfalls 30 Teile, wir nennen sie die verschiebbare (bewegliche *munaqqal*) Wagschale kurzweg.

Für jede Wagschale machen wir dann einen Ring von viereckigem Querschnitt[4]), sein innerer Durchmesser hat 30 Teile. Je einen Ring befestigen wir auf je einer Schale. Den Ring für die geflügelte Schale versehen wir mit einem Einschnitt entsprechend dem Einschnitt der Schale. Jeden Ring löten wir fest an, damit er, wenn er benutzt wird, fest ist und sich nicht verschiebt. Dann bohren wir auf der Mitte jedes Ringes (d. h. der Mitte der äußeren Begrenzung) vier Löcher für die Fäden.

Das Gewicht der geflügelten Schale müssen wir genau wegen ihres Zweckes gleich demjenigen der Verschiebbaren machen und wir merken uns diese Bedingung. Die verschiebbare Schale braucht man nur, weil, wenn der Körper mit den beiden Luftschalen gewogen wird und in die Wasserschale gebracht wird, die Wasserseite in die Höhe steigt. Dann muß man die andere Schale der Zunge nähern, um das Gleichgewicht herzustellen. Die Endschale wird aber nicht von ihrem Orte bewegt. Man befestigt dort die verschiebbare Schale und sie tritt an Stelle derselben [der eventuell bewegten Endschale].

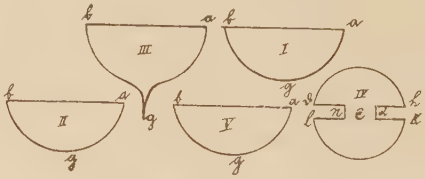


Fig. 33.

gebogen ist und dann an die Ränder des Ausschnittes angelötet ist. Die Abbildung der Wagschale in Fig. 34 ist ebenfalls von oben und nicht von der Seite gesehen.

[1]) Das ist wohl die Breite der Einschnitte.

[2]) ϑ l liegt nach der Mitte der Wage, k k nach der Außenseite derselben zu.

[3]) Von dieser ist oben nicht die Rede, es werden wohl alle aus dünnem Blech gemacht.

[4]) Der Ring ist kreisrund, aber der Querschnitt senkrecht zu seiner Oberfläche ist viereckig.

Die Abbildungen der Wagschalen tragen folgende Beischriften:

I. Die erste Wagschale, die rechte.

II. Die zweite Wagschale, die linke.

III. Die dritte Wagschale, die kegelförmige, sie heißt der Richter (*al Ḥâkim* der Ausdruck „Richter" kommt auch später gelegentlich vor und beruht darauf, daß diese Schale zur Unterscheidung der verschiedenen Substanzen dient).

IV. In der Schale steht: die vierte Wagschale, die geflügelte, die an den beiden Seiten eingeschnittene. Über der Schale steht: Die innere Seite, die dem Menschen zugekehrte (*insî*), (es bezieht sich das letzte Wort auf die innere Gefäßwand; es soll damit gesagt sein, daß wir es nicht mit einem Vertikalschnitt, sondern einem Horizontalschnitt zu tun haben, zu ersterer Ansicht könnte leicht die Gesamtdarstellung der Wage verführen). — Die Figur entspricht nicht ganz der Beschreibung, da nach letzterer die beiden Einschnitte verschieden groß sind. Bei den Buchstaben der Figur ist $a = {}^{c}Ain$ $\vartheta = ṭ$.

V. Fünfte Wagschale, die verschiebbare Schale.

Die vier Ringe (vgl. m Fig. 34), an denen die verschiedenen Wagschalen aufgehängt werden, werden etwa folgendermaßen beschrieben:

Faṣl 6 Über die Konstruktion der vier Ringe. Die vier Ringe haben eine zerspaltene Form[1]). Ihre Länge ist gleich 10 Teilen und ihre innere Breite ist gleich 4 Teilen des Grundmaßes. Sie werden aus Stahl (*al Ḥadîd al Fâlâḏ*) hergestellt. Bei der Mitte befindet sich eine Spitze (*Minqâr*), so daß der Ring sich leicht auf der horizontalen Linie der Wage bewegt. Am unteren Ende des Ringes ist ein Loch, der Ausgangspunkt der Fäden für die Wagschalen.

Faṣl 7. Über die Konstruktion des Wasserbassins (*Satl*). Dies Gefäß ist so hergestellt, daß, wenn es mit Wasser gefüllt ist, dieses $^{2}/_{3}$ Ellen, d. h. 60 Teile der Normalen tief ist (genauer $^{2}/_{3} \cdot 80 = 53$ Teile).

Fasl (ohne Zahl). Zur Vollendung des Werkes braucht man die *Rummâna* des Ausgleichens (Äquilibrierens *Ta'dîl*) der Wage. Sie hat einen fünften Ring mit einer Spitze wie die erwähnten Ringe und hat kein bestimmtes Gewicht. Sie heißt die auf der steigenden Hälfte wandernde (*sajjâra*) *Rummâna*.

Vollendet ist das Instrument durch die *Fasl* und Lob sei Gott und Preis.

Wer die Länge des Balkens zwei Ellen oder weniger machen will, der stelle sie (die Wage) und ihre Glieder entsprechend dem oben aufgeführten Verhältnis her, damit ihre Gestalt (Bild) schön sei.

Zweites *Bâb*.

Bâb 2. Um die Wage der Weisheit zusammenzusetzen, verbinden wir ihre Teile miteinander. Zunächst werden an den Schalen die Fäden

---

[1]) Der Ausdruck rührt von der eigenartigen Form her, die nach der Mitte einspringt.

befestigt, durch jedes Loch wird ein Faden von $^1/_2$ Elle gezogen und diese oben verknüpft. An dem Vereinigungspunkt werden dann andere einfache Fäden mit ihrem einen Ende befestigt; ihr zweites Ende ist an einem der Ringe auf dem Wagebalken befestigt. Dieser einfache Faden hat bei der rechten Endschale eine Länge von $1^1/_2$ Ellen, an der geflügelten Schale $^1/_2$ Elle. Bei der linken Schale, die [unten] den überschüssigen Ring trägt, nehmen wir einen Faden von $1^1/_2$ Ellen (dieser ist gar nicht gezeichnet), den Vereinigungspunkt der Fäden der überschüssigen Wasserschale hängen wir unter die linke Schale. (Von dem Faden an der verschiebbaren Schale ist nicht die Rede.) Mittelst eines feinen festen Seidenfadens werden dann die Füße der Schere Loch für Loch mit den Löchern auf beiden Seiten des Querstückes (*ʿArida*) verbunden. Sie sollen leicht[1]) miteinander verbunden sein, damit die Bewegung des Balkens eine leichte sei. Dann hängen wir die Schere mittelst eines Nagels an einer Mauer oder an einem Gestell auf. Auf der rechten Seite des Balkens hängt zunächst der Zunge die verschiebbare Schale, neben ihr befindet sich die geflügelte und an seinem bezeichneten Ende die rechte Schale. An dem anderen Ende hängt die Doppelschale (wörtlich die verheiratete *al muzdawig*). Das mit Wasser gefüllte Bassin stellen wir unter die 3 Schale und lassen diese in das Wasser hinab, dann neigt sich bei vollständigem Eintauchen die Zunge stark nach der einen Seite.

Haben wir das, was wir berichtet haben, zu Ende geführt, so ist die Zusammensetzung und Aufstellung der Wage entsprechend dieser Figur vollendet.

Die Figur 34 gibt eine Gesamtdarstellung der Wage nach der Handschrift von Khanikoff.

Es steht:

Links über der Wage: Bild der Wage der Weisheit, die unter dem Namen „die Universalwage" bekannt ist.

Links oben: Linke Hälfte für die Substanzen.

Links längs des Balkens: Sichtbare Punkte (Marken) (*Schaʿîra*)[2]).

Rechts oben: Rechte Hälfte für die Gegengewichte.

Rechts längs des Balkens: Verborgene Punkte (*Schaʿîra*).

Unter dem rechten Arm: Die Marken (*Markaz*) (d. h. die Punkte für die spezifischen Gewichte) sind auf dieser Seite des Balkens verzeichnet.

Bei a: Aufhängevorrichtungen.

Bei b: Querstück (*ʿArîda*) (Khanikoff bezw. das Oriental Journal übersetzt irrtümlich Frontpiece).

Bei c: Zunge, daneben Zungenspitze (*ʿAḏab*).

Bei d: Die beiden senkrechten Stücke der Schere (*Fijâranî*).

Bei e: Querstück (*ʿÂrida*).

---

[1]) Das heißt wohl, es soll sich zwischen der Schere und dem Querstück ein Zwischenraum befinden.

[2]) Der Ausdruck *Schaʿîra* rührt daher, daß nach Khanikoff die Araber die Stellen für die spezifischen Gewichte durch einziselierte silberne Punkte bezeichneten; *al Châzinî* sagt hier darüber nichts. Wörtlich heißt *Schaʿîra* Gerstenkorn.

Darüber, warum die einen Punkte die sichtbaren „offenbaren“, die anderen die „verborgenen“ heißen, findet sich auch später bei der Herstellung derselben keine Angabe. Möglicherweise kann die Bezeichnung daher rühren, daß auf der rechten Seite, die dem Wassergewicht entspricht, die Marken die Reihenfolge zeigen, die dem Gewichte gleicher Volumina entspricht, während auf der linken Seite, auf der die Marken dem Auftrieb entsprechen, die Reihenfolge die umgekehrte ist. Sie sind aber beide in genau gleicher Weise angebracht. Im ersten Fall wäre der „Sinn“ der Marken „sichtbar offenbar“, im zweiten „verborgen“.

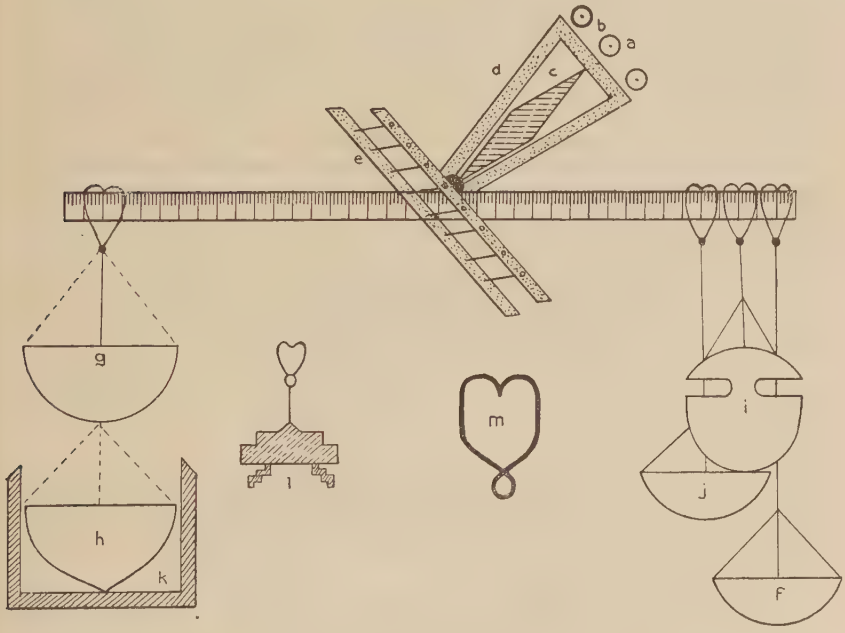


Fig. 34.

In dem stumpfen Winkel links unter e „sie stehen nahe einander gegenüber, nachdem sie vorher nicht verbunden waren. Das Befestigen tritt erst ein nach der Prüfung an einer [anderen] Stelle“. (Khanikoff hatte nicht ganz richtig gelesen.)

f) Schale für die Luft für das Ende.

g) Zweite Schale für die Luft für das Ende.

h) Dritte Schale für das Wasser.

i) Vierte Schale, die geflügelte.

j) Fünfte Schale, die verschiebbare.

k) Der Trog (*Saṭl*).

l) Laufgewicht (*Rummâna*), daß sich auf der in die Höhe steigenden (*schâil*) Hälfte hin und her bewegt.

Die Verbindungslinien zwischen den beiden schräg von oben rechts nach unten links gehenden Teilen, den Füßen der Schere und der *'Ârida* sind Seidenfäden, an denen die letztere an ersterer aufgehängt ist (s. w. u.). Diese Zeichnung hier ist nach der Publikation von Khanikoff gegeben, auf dem Original haben sie die Gestalt eines §.

Drittes *Bâb*.

Bâb 3[1]). Über die Kenntnis der Glieder der Universalwage. Die Wage der Weisheit ist die vorzüglichste Wage, die bei den Künsten (Handwerken) und Geschäften der Menschen verwendet wird und zwar wegen der Genauigkeit des Wägens und den mit ihr verbundenen Vorteilen. Sie unterscheidet sich von den anderen Wagen darin, daß letztere zu dem Gewicht der Dinge hinweisen und nichts weiter, aber nicht zwischen den gewogenen Gegenständen, wie Stein und Gold einen Unterschied machen; die Wage der Weisheit gibt uns Kenntnis von der Richtigkeit und dem Gewicht des gewogenen Dinges, und darin überragt sie die anderen; nachdem sie dann weiter gezeigt, welche Metalle einfach und welche verunreinigt sind, lehrt sie die Mengen der zusammengemischten Körper mit geringster Anstrengung ohne Schmelzen und Reinigen kennen. Offenbar hat jedes Gebiet Prämissen, ferner hat jede sich mit Instrumenten befassende Kunst und deren Vertreter [Fach] Ausdrücke und Bezeichnungen von bestimmter technischer Bedeutung. Vor einer Erklärung sind diese anderen als ihnen (den Fachleuten) unbekannt.

Die Wage der Weisheit ist ein aus einer Anzahl von Gliedern zusammengesetztes Instrument, von denen ein jedes durch einen besonderen Namen bezeichnet wird. Wir wollen diese im einzelnen aufzählen, damit sie zur Zeit, wo sie gebraucht werden, bereit sind.

Die Wage der Weisheit hat die Gestalt einer Wage mit einer Zunge und einer Schere und fünf Schalen, abweichend von den anderen Wagen. Man wägt mit ihr Gegenstände in der Luft und in den Flüssigkeiten. Folgendes sind die Teile der Wage:

Ein längliches, rechteckiges Eisenstück mit parallelen Flächen, es heißt der Balken (*'Amûd*). — In seiner Mitte, der Länge nach, ist die Linie der Parallelität [wir nennen sie Mittellinie] gezogen. Sie ist in zwei Hälften geteilt. Auf der rechten befinden sich Zeichen, wie sie sich auf der linken nicht befinden. Auf den beiden Enden finden sich zwei Punkte, sie heißen Marken (*Markaz*) der Enden oder Gruben (*Nuqra*) der Enden. Jede Hälfte ist in 100 Teile geteilt, die Teilung beginnt bei der Mitte der Zunge, die einen sind sichtbar (*zâhir*)[2]), die anderen verborgen (*chafi*); sie heißen Teile der Mittellinie oder *Scha'îra*. Nach Fertigstellung des Wagbalkens bestimmt man auf ihm die Marken für die Wassergewichte der Metalle und Edelsteine und schreibt zu jeder Marke den Namen [der betreffenden Substanz]. Weitere Teile sind die Zunge und das Querstück des Balkens. Die früher erwähnten Fäden vertreten

[1]) Das Folgende ist wesentlich gekürzt, da es vielfach nur eine Wiederholung des früheren ist.

[2]) Vgl. hierzu oben S. 129.

den *Mingam* und die Achse der Wage. Darüber befindet sich das Eisenstück der *ʿArîda*. Der zugeschärfte Teil ihres Randes an dem Ende der Zunge heißt *al Murja*, Zeiger des Gleichgewichtes. Auf ihm [dem Rand] befinden sich die Aufhängevorrichtungen und die Henkel (*ʿUrwa*).

Auf der Mittellinie verschieben sich die vier Ringe. Jeder heißt Rabe (*Ġurâb*) und hat einen Schnabel (*Minqâr*) als Index auf den Zahlen der Mittellinie, oder er heißt Skorpion (*ʿAqrâb*), er hat dann eine Nadel (*Ibra*) für die Zahlen. Die Stelle, die durch ihn bezeichnet wird, heißt Grube (*Nuqra*) dieses Metalles. Der Rabe hat zwei Flügel, an ihrer Vereinigungsstelle befindet sich ein Loch zum Befestigen des Fadens.

Von den fünf Wagschalen bleiben zwei stets an den Marken an den Enden; die Schale, welche keinen Ring an ihrer Wölbung trägt, heißt die erste

Fig. 35.

Luftschale oder die rechte. Diejenige, welche einen Ring hat, heißt die zweite Luftschale. Die dritte ist mit ihr verbunden und heißt die Wasserschale, sie ist gleich den beiden erwähnten, nur ist sie von kegelförmiger Gestalt, damit sie leichter das Wasser zerteilt. Die vierte ist die verschiebbare, die geflügelte, die an den beiden Seiten eingeschnittene, damit nicht ihr Rand einen [Aufhänge]faden hindert, daß er sich einer Stelle, die einer Marke [auf dem Balken] gegenüberliegt, nähert, sie heißt die geflügelte. Die fünfte, die verschiebbare kurzweg, vertritt die *Rummâna* bei einigen Operationen. Ferner gehören dazu der mit Wasser gefüllte Trog, der unter die Wasserschale gesetzt wird, damit sie zu der Zeit, wo dies erforderlich ist, in ihn getaucht werde und die *Rummâna* für die Herstellung des Gleichgewichtes oder die *Sanga's* der Eichung, ferner der in die Wand eingeschlagene Nagel, um die Wage an ihm

aufzuhängen oder das Gestell[1]) auf dem freien Platz, wie [es] für den *Qaffân* [benutzt wird].

Über das Gewicht der Wage gibt uns eine Stelle in der Einleitung Aufschluß, wo es heißt „selbst wenn ihr Gewicht mit Einschluß ihrer Glieder 1000 *Mitqâl* (ca. 4,500 kg) beträgt". Das große Gewicht erklärt sich aus den Angaben über die Dimension, nach ihnen ist der Wagbalken 2 m lang, die Zunge $^1/_2$ m, als Material dient Eisen.

Viertes *Bâb*.

Bâb IV. Über die Prüfung der Wage[2]), Erläuterung der Arten ihrer Fehlerlosigkeit und über die Verbesserung eines [etwa] vorhandenen Fehlers. Die Schäden, welche bei den Instrumenten auftreten, kommen von verschiedenen Seiten, erstens von einer Verschiedenheit in der Dicke, zweitens von einer Verschiedenheit in der Gestalt, drittens von einer Verschiedenheit der Teile, welche auf ihnen sich befinden, viertens von der Zusammensetzung durch das Löten. Diese Dinge sind dem, der ein scharfes Unterscheidungsvermögen besitzt, nicht verborgen, wenn er darüber richtig nachdenkt. Wir begnügen uns mit einem Hinweis darauf.

Faṣl 1. Über die Genauigkeit der Wage. Zu den Bedingungen für die Genauigkeit der Wage und die Schnelligkeit ihrer Bewegungen gehört: 1. Eine größtmögliche Leichtigkeit ihrer Glieder. 2. Länge des Balkens. 3. Länge der Zunge und daß sie senkrecht auf der Mittellinie steht, ohne sich nach einer Seite zu neigen. 4. Daß die Achse nahe an dem Schwerpunkt liegt, aber ohne mit ihm zusammenzufallen und ohne beliebig weit von ihm entfernt zu sein. 5. Feinheit der Achse und unbedingt notwendige Schärfe am Rande des Loches in der Zunge[3]). Macht man die Achse aus feinen Seidenfäden, so wägt die Wage feiner. 6. [Fehlt.] 7. Schärfe des Endes der Zunge und Zuschärfung des Randes der *ʿArîda* an der Schere.

Dabei muß man sich vor einer Anzahl von Dingen in acht nehmen, nämlich vor:

1. Dicke des Endes der *ʿArîda*. 2. Stumpfheit des Endes der Zunge. 3. Stumpfheit des Schnabels des Raben. 4. Dicke der Seidenfäden zwischen den Löchern der Schere und der *ʿArîda*. 5. Krümmung der Länge des Balkens.

---

[1]) Die Zeichnung (Fig. 35) eines solchen Gestells, wie es noch jetzt in der Gegend von Babylon in Mesopotamien benutzt wird, war Herr Architekt Nöldeke so freundlich, Herrn Prof. E. Wiedemann mitzuteilen. Es besteht aus zwei in einiger Entfernung voneinander in den Boden gerammten Holzstücken, die oben gabelförmig auseinandergehen. In die Gabeln wird ein Querholz gelegt, an dem dann der *Qaffân* aufgehängt wird.

[2]) Diese Prüfung der Wage bezieht sich auf alle Arten derselben, nicht nur auf die Wage der Weisheit.

[3]) Danach würde, wofür auch anderes spricht, manchmal die Zunge durchbohrt sein und eine Achse durch dies Loch geführt sein (s. oben).

6. Neigung der Zunge nach einer der Seiten. 7. Verschiedenheit der beiden Teile des Balkens, von der Achse an gerechnet.

Zu ihrer Prüfung gehört, daß, wenn man einen Gegenstand in einer der Wagschalen wiegt und ihn, den gewogenen, dann in die andere Schale tut, die Wage wiederum im Gleichgewicht ist[1]). Das ist eines der Indizien für ihre Richtigkeit. Findet sich ein Unterschied, so kann er daher kommen, daß der *Mingam* und die Achse den Balken nicht in der Mitte teilt oder von den beiden Löchern (Gruben *Nuqra*) an beiden Seiten [nämlich denen, an denen die Wagschalen aufgehängt werden][2]) oder von der Zunge, die sich neigt.' Wir prüfen und entfernen die Ursache.

Dieses *Faṣl* ist ein ausgiebiges und ein Tummelplatz für die einem dabei kommenden Gedanken, deshalb haben wir uns in ihm kurz gefaßt und uns mit diesem Umfang begnügt.

Faṣl 2. Über die Umstände, die die Richtigkeit der Wägung bestimmen [und wenn sie nicht vorhanden sind], notwendigerweise einen Unterschied in der Wägung nach sich ziehen; davor man muß sich sorgfältig hüten. [Das sind]: 1. Unterschied in der Teilung der beiden Seiten des Balkens. 2. Neigung der Zunge nach einer Seite und nicht Senkrechtstehen derselben. 3. Verlängerung oder Verkürzung einer der Seiten des Balkens; wir bewirken wiederum durch Abschaben in dem ausgebohrten runden Loch e k eine Ver-

Fig. 36.

längerung oder Verkürzung in betreff des Loches des *Mingam* in bezug auf die Zunge[3]) und das ist die Figur (36). 4. Aushöhlen des Balkens, Unterschied in der Länge der Fäden (vielleicht der Seidenfäden), Eingießen von Quecksilber und Einführen von Gewichten in den Balken[4]). 5. Wenn die Schere nicht frei herabhängen läßt und sie sich nach einer Seite neigt, indem sie festgehalten wird. 6. Übermäßige Entfernung des *Mingam* (Achse) von dem Punkt des indifferenten Gleichgewichtes. All das tritt nur ein [kommt nur in Betracht], nachdem die *Miṭqâl* das richtige Verhältnis haben. Sind sie abgenutzt, so ist das ein offenbarer Schaden bei der Wägung. Deshalb müssen die, die mit der Wage zu tun haben, sechs *Sangas* haben, die zueinander in bestimmtem Verhältnis stehen, aber nicht gleich sind.

---

[1]) Selbstverständlich werden auch die Gewichte vertauscht.

[2]) Deren Abstand von der Achse kann verschieden groß sein.

[3]) Der Sinn ist wohl der, daß das ursprünglich runde Loch an der Zunge, in dem die Achse befestigt wird, auf beiden Seiten, wie die Figur zeigt, ausgeschabt wird und man die Achse weiter rechts oder links durchführt und dadurch die ungleichen Längen kompensiert. Leider ist über die Art, wie diese Befestigung geschieht, nichts angegeben.

[4]) Vgl. w. u. bei „Falsche Wagen".

Und diese Vorschrift in bezug darauf [die Wage] merke man sich.

In bezug auf das Fliegende (*Ṭajjâr*)[1]) [kommt in Frage]: 1. Die verschiedene Aufstellung des unteren Teiles (*Taḥt*, Untersatzes) unter die beiden Wagschalen. 2. Unterschied ihrer Länge. 3. Unterschied des Abstandes der beiden Seiten des Balkens von den Aufhängseln [sc. der Schere]. 4. Unterschied des Aufhängsels von beiden Seiten (?). 5. Weite und Enge des Aufhängsels. 6. [Zu beachten ist] wenn man sie [die beiden Schalen] auf die Unterlage herabläßt und sie sich nicht dauernd in der Luft befinden und was in ihr gerade ist, sich in ihr befindet[2]). Läßt man nämlich die Schalen nach der Unterlage herab, wenn die schwere in die Luft steigt und die leichte sinkt, so tritt der obige Fall ein bei der Erschütterung, welche das Maß unverhältnismäßig überschreitet beim Wägen[3]).

Faṣl 3. Auseinandersetzung über das, was [der Wage] [Nachteiliges] zustößt, wenn man [sie] auf den drei [verschiedenen] Achsen anbringt, wie man dies wieder gut macht und Nachweis der Richtigkeit hierin.

Es sagt *al Châzinî*: Die Wage der Weisheit kann zwei Formen haben, die eine ist diejenige mit aufrechter Zunge, wie wir das ausgeführt haben, die zweite hat eine nach unten gekehrte Zunge. Bei jeder kann die Achse drei Lagen annehmen. Das Bild der ersten entspricht dem früher gezeichneten. Bei der zweiten (Fig. 37) fügt man eine durchbohrte Aufhängung hinzu, stellt die Zunge nach unten und ebenso die Schere, die mittelst zweier Fäden an der *ʿÂrida* aufgehängt ist[4]) und zwar nach dem Mittelpunkt der Welt. Die ganze Wage wird mittelst der früher erwähnten [Seiden-]Fäden an einer mit Anhängseln und mit aneinandergereihten Löchern versehenen Platte (A) aufgehängt, so daß alle Löcher, die Fäden, die beiden Ebenen der *ʿÂrida*, die Aufhängsel, das Ende der Zunge samt und sonders in derjenigen Ebene liegen, welche durch den Durchmesser der Welt geht, welcher durch den Schwerpunkt des Balkens geht, falls dieser im Gleichgewicht ist. Der Balken und die Horizontalebene stehen senkrecht auf dieser Ebene.

Wird die Achse im Schwerpunkt angebracht, so heißt sie die Achse des indifferenten Gleichgewichtes, dann bleibt der Balken da stehen, wo man ihn sich selbst überlassen hat und kehrt nicht in das Gleichgewicht [die Anfangs-

---

[1]) Das folgende bietet dem Verständnis zum Teil ziemliche Schwierigkeiten. Die Bezeichnung *al Ṭajjâr* bezieht sich wohl auf die Schwingungen und Schwankungen der einzelnen Teile.

[2]) D. h. unter den gerade obwaltenden Umständen.

[3]) Hier ist offenbar an die heftigen Erschütterungen gedacht, die beim Schwanken der Schalen eintreten und die besonders heftig beim Aufstoßen der schwereren eintreten (s. auch S. 138).

[4]) Die Konstruktion ist demnach die folgende: an drei Fäden, die am Aufhängsel befestigt sind, hängt zunächst nach unten ein durchbohrtes Querstück A, an diesem ist, wie früher ausgeführt, die *ʿÂrida* des Balkens aufgehängt mit ihrer Zunge nach unten, auch die *ʿÂrida* ist nach unten gekehrt. Die Schere, die nicht an A befestigt werden kann, wird an den beiden Enden der *ʿÂrida* mittelst zweier Fäden aufgehängt und in ihr spielt die Zunge. Sie behält infolge ihres großen Gewichtes die Lage senkrecht nach unten bei.

lage] zurück, es sei denn, daß der Wägende ihn zurückführt. Das Übergewicht in der sich senkenden Schale ist [allein] das [sie die Wage] bewegende und der Wägende nimmt von ihm [dem Gewicht] den Überschuß fort oder legt auf der anderen Seite so viel auf, als ihm [dem Übergewicht] das Gleichgewicht hält und die Zunge nach dem Mittelpunkt des Gleichgewichtes [die ursprüngliche Lage] zurückführt; sie kehrt nicht von Natur aus zu ihm zurück. Diese Anordnung ist die richtige für die Genauigkeit und von Vorteil für ihre Feinheit.

Befestigt man die Achse auf der Seite des Umkippens [des labilen Gleichgewichtes] und dies ist bei ihr [der Wage] offenbar möglich wegen der Länge und des Gewichtes der Zunge, falls kein Gewicht [Gegengewicht s. oben] außerhalb angebracht ist. Tritt eine Neigung des Balkens, sei es infolge einer kleinen Bewegung sei es eines Windhauches auf eine ihrer Schalen ein, so neigt sie sich langsam, bis die aufsteigende Seite auf die Schere trifft und das [anhaltende] Aufsteigen läßt vermuten, daß seine Schwere abnimmt. Legen wir auf die steigende Schale irgendein [größeres] Gewicht, so kehrt die Zunge in die Gleichgewichtslage zurück, bleibt dort aber nicht stehen, sondern neigt sich unter dem Zwang dieses Übergewichtes auf die andere der ersten entgegengesetzte Seite, bis daß sie [der ursprünglichen Lage] ihrer Genossin gegenübersteht. Das Ganze ist eine verwickelte, mißliche und schwierige Sache. Man kommt aus ihr nicht heraus, wenn man nicht die Achse in den Schwerpunkt zurückführt, um die Ursache [für die Störungen] fortzuschaffen, ohne daß doch die Genauigkeit und Verwendbarkeit in bezug auf ihren Zustand litte·

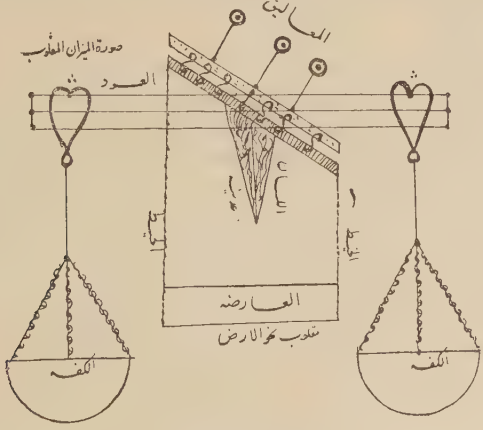


Fig. 37.

Auf der Figur steht links oben: „Abbildung der umgekehrten (*maqlûb*) Wage“ und „der Balken“. Rechts oben: Aufhängsel. An der Zunge: Die Zunge[1]), ihre Spitze; an den Fäden: Der Faden; in den Schalen: Die Schale und quer unten: „Die *ʿÂrida*, sie ist nach der Erde umgekehrt“.

[1]) Das Wort ist hier verschrieben, wie ein Vergleich mit der Beischrift zu der Wage der Weisheit ergab.

Verlegt man den Schwerpunkt nach der Seite des stabilen Gleichgewichts, indem man ihn, wie bei den anderen Wagen, von der Seite des labilen Gleichgewichtes [fort] zieht, so führt ihn, so oft er [der Balken] sich nach einer Seite neigt, „die Stabilität“ in das Gleichgewicht zurück und zwar ohne Hilfe des Wägenden. Indes hört hierbei die Genauigkeit und Feinheit auf. Aus diesen beiden Ursachen muß man entweder die Achse auf dem Schwerpunkt befestigen, dann bringt nur das Gewicht den Balken aus seiner Lage, oder man muß sie nach der Seite des stabilen Gleichgewichtes um eine nicht merkliche Größe verschieben.

Faṣl 4. Über die letzte Vervollkommnung und die Anbringung der Achse an ihrem Ort. Dies geschieht, nachdem alle Glieder der Wage vollendet sind, sie zusammengesetzt und an dem Gestell aufgehängt ist und die Schale für das Wasser in dieses heruntergelassen ist. Der Balken bildet mit dem, was sich auf ihm an Gewichten der Schalen befindet, gleichsam ein einziges Ding. Jetzt ist aber die Zeit, sie [die Wage] auszugleichen mit Rücksicht auf den Schwerpunkt und zwar hier in anderer Weise als früher, denn dort haben wir nur auf die Zunge Rücksicht genommen. Hier ist aber die Zeit, die Herstellung der Wage abzuschließen und zu konsolidieren.

Die Methode für die Ausgleichung besteht darin, daß der Wägende eine der Seiten mit der Hand in die Höhe hebt, sie in dieser Lage sich selbst überläßt und beobachtet. Schwankt die schwere Schale und kehrt sie nicht in die Gleichgewichtslage zurück, so fällt hier die Achse sehr nahe auf die Seite des Umkippens. Wir erheben sie [die Achse] nun nach der Spitze der Zunge ein klein wenig und, wenn der Balken in seiner Lage bleibt und sich nicht [auf einer Seite] hebt, so ist die Achse genau im Schwerpunkt. Man muß sie noch ein wenig heben, um sie um eine nicht merkliche Strecke der Seite des stabilen Gleichgewichtes zu nähern. Das Zeichen hierfür ist, daß der Balken sich langsam ein wenig bewegt und dann ins Gleichgewicht kommt.

Hat die Sache [Achse] diese Lage erreicht und legt man eine *Ḥabba* in eine der beiden Wagschalen, so senkt sie sich und die Zunge neigt sich merklich gegen die Gleichgewichtslage. Hat die Achse diese Stellung, so ist es die gesuchte und an dieser Stelle befestigen wir die Achse vollkommen.

Zu Ende ist die Rede über die Herstellung der Wage und wir merken uns diese in ihr enthaltene Vorschrift.

Sechste *Maqâla*.

Maqâla VI[1]) des Werkes über die Wage der Weisheit, über die Anwendung der Wage der Weisheit und Herstellung der ihr eigentümlichen Gewichte (*Sanga*), ihre Ausgleichung (*Taʿdîl*), die Festsetzung der Marken, Angabe, wie man die reinen Substanzen von den verdorbenen (verunreinigten) unterscheidet und die Trennung von zwei zusammengesetzten nach Vorschrift. Sie zerfällt in 10 *Báb*.

---

[1]) Wesentlich gekürzt.

Erstes *Bâb.*

Bâb 1. Bericht über die ihr eigentümlichen Gewichte. Wir sagen, daß das Wägen (*Wazn*), das das Maß für das Verhältnis der Schwere und der Leichtigkeit zueinander mittelst der Wage ist, nur mittelst der [gesetzlich] festgesetzten (*maʿhûd*) *Sanga* geschieht, der *Dirham*, der *Miṯqâl* u. s. w. Zu unserer Zeit werden für jede Ordnung der Arithmetik drei benutzt, für die Einer 1, 2, 5, für die Zehner 10, 20, 50, für die Hunderter 100, 200, 500[1]). Man erhält im ganzen 9 *Sanga*. Will man mittelst dieser *Sanga* die Zahlen in einer Schale in der natürlichen Reihenfolge erhalten, so ist dies nicht [direkt] möglich, sondern man muß ihnen in der anderen Schale solche gegenüberlegen, damit eine Substraktion eintritt[2]). Deshalb muß man, wenn man auf einer einzigen Schale „zählen" will, zwei Bündel (*Dastaga*) von ihnen haben, so daß man in einer Wage 4 aus 2 und 2 wiegt und 9 aus 2 [und 2] und 5. Man kann zu derselben Zahl nach zahlreichen Methoden gelangen. Wollen wir z. B. 3 *Dirham* wägen, so kann dies auf 4 Arten geschehen: aus 1 und 2, aus 5 und 2, aus 10 und 7, aus 20 und 17. Das Richtige ist, daß man eine einzige Methode benutzt. Das genügt [hier zu erwähnen].

Faṣl 2. Wollen wir möglichst wenige *Sangas* benutzen und lassen wir die Verminderung durch die Gegenüberstellung (d. h. dadurch, daß wir Gewichte in die entgegengesetzte Schale legen) zu, so bestimmen wir ihre Zahl (Größe) von der Eins ausgehend, indem wir mit der Drei multiplizieren und so fortfahren. Die erste *Sanga* ist 1, die zweite 3, die dritte 9, die vierte 27, die fünfte 81, die sechste 243, die siebente 729. Ihre Anzahl ist kleiner als die der gesetzlich festgesetzten um 2 *Sanga*[3]) und selten kommt die zweigeteilte vor[4]). Wird nämlich die erste Zahl von der zweiten abgezogen, so ist der Rest um die Einheit größer als die erste, ebenso ist, wenn die Summe der ersten und zweiten von der dritten abgezogen wird, der Rest um Eins größer als die Summe und so weiter bis zum Ende.

Faṣl 3. Wollen wir *Sangas* herstellen, die der natürlichen Zahlenreihe entsprechen und so auf einer einzigen Schale zur Verwendung kommen, ohne daß man einer Gegenüberstellung bedarf, so wählen wir sie entsprechend der Verdoppelung. Wir machen die erste gleich 1, die zweite gleich 2, die dritte gleich 4, die vierte gleich 8, die fünfte gleich 16, die sechste gleich 32, die siebente gleich 64, die achte gleich 128, die neunte gleich 256, die zehnte gleich 512. Ihre Anzahl übertrifft diejenige der gesetzlich festgestellten um Eins. Indes ist der Nutzen größer beim Auffinden der aufeinanderfolgenden Zahlen

---

[1]) Vgl. hierzu E. Wiedemann, Beiträge XIV, S. 19.

[2]) Es sind dieselben Ausdrücke bei *al Gebr wa'l Muqâbala.*

[3]) Das heißt wohl: Will man durch doppelte Verwendung einzelner Gewichte ohne „Gegenüberstellung" alle möglichen Gewichte herstellen, so braucht man bei den gesetzlich festgestellten eine größere Zahl, als bei diesem System.

[4]) Entweder sind die letzten Worte eine später in den Text gekommene Glosse oder es bedeutet vielleicht, daß man nicht oft auf zwei verschiedene Arten zu derselben Zahl kommt.

ohne Abziehen und ohne daß man die Zahlen in verschiedener Weise festsetzt. Entsprechend verhält er sich, wenn man die Zerlegung vornimmt (*Kasr*) 1 *Dânaq*, 2 *Dânaq*, 4 *Dânaq*[1]).

Nach dem Verfahren dieser beiden [letzten] *Faṣl* hat man Mühe und entfernt sich von der Prägung [der Gewichte], weil diese von Anfang an die gesetzlich bestimmten *Sangas* beachtet[2]). Und das Richtige ist, was wir auseinandergesetzt haben.

Zweites *Bâb*.

Bâb 2. Über das Ausgleichen der Wage und wie man mit ihr wägt und die Arten der Wägung. Es besteht in 5 *Faṣl*.

Faṣl 1. Über die Art des Wägens. Ehe man an das Wägen geht, muß man die Wage ins Gleichgewicht setzen. Das kann nach zwei Methoden geschehen. Bei der einen benutzt man die *Rummâna*, die für die Ausgleichung bestimmt ist. Haben wir die Wage aufgestellt und die Schalen an ihren Stellen aufgehängt, so kann sie nach einer Seite hängen. In diesem Fall setzen wir die *Rummâna* auf die Seite, die in die Höhe steigt und zwar gerade dahin, wo durch sie (die Wage) in Gleichgewicht gebracht wird, und das ist das gewünschte. Die zweite Methode geschieht durch die *Sangas* der Eichung (*Miʿjâr*). Dann zählen (verwenden) wir verschiedene große und kleine geeignete *Sanga* für das Ausgleichen. Neigt sich die Wage nach einer Seite, so bringen wir in die steigende Schale Gewichte, die wir so lange vergrößern, bis die Wage dadurch im Gleichgewicht ist. Ist das Gleichgewicht erreicht, so erwähnen wir dies Gewicht nicht [mehr] besonders, sondern betrachten es als zur Gesamtheit der Glieder der Wage gehörig. Der erwähnte Prozeß heißt Das Ausgleichen (*Taʿdîl*) der Wage.

Nachdem wir die Wage ins Gleichgewicht gesetzt, kehren wir zu dem Arbeiten mit ihr zurück. Daß der Balken horizontal steht, erkennt man auf dreierlei Art: 1. Daraus, daß die Zunge sich in der Mitte der *ʿArîda* der Schere befindet. 2. Mittelst des von der Achse herabhängenden Senkels. 3. An dem Untersatz (*Tacht*) des *Ṭijjâr* (des Fliegenden) und daraus, daß die beiden Schalen auf beiden Seiten gleichmäßig in übereinstimmender Weise an ihn anschlagen.

Faṣl 2. Aufzählung der Arten der Wägung[3]). Nachdem man so weit wie irgend möglich die Ausgleichung bewirkt hat, sagen wir, daß das Wägen nach zahlreichen Arten geschieht, von denen wir der Kürze wegen nur fünf aufführen. 1. Die gewöhnliche Art der Wägung eines Dinges mittelst der rechten und linken Luftschale und das genügt. 2. Die Transportierung [der Gewichte]; sie besteht in der Bestimmung des Wassergewichtes, nachdem man das Luft- gewicht erhalten hat. Man gewinnt es mittelst der rechten Wagschale und der dritten, der Wasserschale. 3. Die „wässerige" Veränderung (*Taǧjîr*). Dies geschieht mittelst der verschiebbaren Schale auf der rechten

---

[1]) Der *Dânaq* ist ein Sechstel des *Miṯqâl*; der Sinn ist wohl, wenn man Gewichtsstücke von 1, 2, 4 *Dânaq* benutzt.

[2]) D. h. die Prägung der Gewichte ist diejenige von 1, 2, 5 u. s. w.

[3]) Diese sind z. T. später besprochen.

Seite und der Wasserschale auf der linken Seite, dadurch ergibt sich das Luftgewicht und das Gewicht des Gegenstandes in Wasser. 4. Die Trennung (*Taqsîm*) und die Verteilung (*Tawzî'*). Es handelt sich um die Trennung der beiden Substanzen des gemischten Körpers. Diese geschieht durch die beiden verschiebbaren Schalen und die Wasserschale und den in ihr gewogenen Gegenstand und die ins Gleichgewicht gesetzte Wage und die *Sangas*, welche das Gewicht des Gegenstandes in der Luft darstellen, die in die beiden verschiebbaren Schalen verteilt und eingeteilt werden. Und das ist was mit der Wasserwage zusammenhängt. 5. Dies hängt mit der Wage des Wechselns zusammen und gestaltet sich nach zwei Methoden; die eine mit der rechten Schale und der nach der linken Seite verschiebbaren und diese Angabe genügt und die Wage ist im Gleichgewicht; diese Anordnung heißt die des Wechselns, bei der zweiten Methode der Anordnung *al qubbânî* (mit der Schnellwage) wird das Gleichgewicht mit einer *Rummâna* hergestellt. In den Bereich der Operation des Wechslers fällt auch die dritte, die Wasserschale [wohl zur Prüfung der Edelmetalle].

Faṣl 3. Über die Bestimmung des Luft- und Wassergewichtes.

Die Bedingung für diese Bestimmung ist, daß keine Höhlung und keine Stelle des Metalles vorhanden ist, zu der nicht das Wasser gelangt, wenn man es in das Wasser herunterläßt und zwar keine in seinem Innern verborgene Stelle und keine an seinem Äußeren sichtbare[1]). Ist dies nicht der Fall, so ist die Ausführung der Untersuchung [des Metalles] unsicher. Ich wiederhole diese Vorschrift mehrmals, da die Ausführung auf dieser Bedingung beruht. Denn ein leerer Raum in dem Metall verhält sich so, als ob ihm ein leichteres Element beigemischt ist und es [das Metall] verhält sich wie das Ding, dem etwas anderes beigemischt ist, nicht wie ein einziges Ding für sich. Eine weitere Bedingung ist die Kenntnis des Auftriebes (*Schaul*), dieser ist gleich dem Gewicht der Wassermenge, deren Volumen gleich ist dem Volumen des in der Luft gewogenen Gegenstandes. — Um den erwähnten Auftrieb (*Schiwal*) zu bestimmen, hängen wir die beiden Endschalen sowie die Wasserschale auf, tauchen die letztere in das Wasser ein und bringen die Wage ins Gleichgewicht, dann wägen wir das Metall in den beiden Luftschalen; dabei sind die *Sanga* in der rechten und das Metall in der linken Schale, indem wir soweit wie möglich die Wägung in die Wahrheit einschließen (*Iḥtijâṭ*)[2]). Ist die Zunge vertikal, so ist das, was sich in der rechten Schale ergibt, das Luftgewicht. Dann senken wir das Metall aus der linken Luftschale in die Wasserschale und zwar so, daß das Wasser zu all seinen sichtbaren Teilen und allen Höhlungen hinkommt, falls letztere vorhanden sind. Dann steigt die Wasserseite der Wage um das Gewicht des Wassers, dessen Volumen gleich ist dem Volumen des gewogenen Körpers, weil es in dasselbe zurückkehrt, wie wir das in den Prämissen auseinandergesetzt haben[3]).

---

[1]) Hier sind wohl anhängende Luftblasen gemeint.

[2]) D. h. so genau wie möglich wägen, eventuell zwei Gewichte ermitteln, zwischen denen das Gewicht liegt.

[3]) Vgl. w. u. S. 153 die Einleitung zu der Wage von *Muḥammed Ibn Zakarîjâ al Râzî*.

Um den Betrag dieses Auftriebes zu ermitteln, hat man zwei Methoden. Bei der einen legt man die bekannten *Sanga* der *Dirham* oder *Miṯqâl* in die in die Höhe steigende Luftschale eines nach dem anderen, bis die Zunge gerade steht, dann sehen wir nach den in die Schale gelegten *Sangas* und diese sind der gesuchte Betrag; ihn merken wir uns. Wenn wir wollen, so stellen wir das Gleichgewicht mittelst der sich verschiebenden (*sajjâra*) *Rummâna* her, die sich auf einer Zahl der Mittellinie nach der sich in Höhe hebenden (Seite) befindet. Die Zahlen, die dem Geradestehen der Zunge entsprechen, sind die „*Scha'îra*" des Auftriebes. Dieses Verfahren ist nur genau, wenn die Äquilibrierung der Wage vorher durch die *Sanga* geschieht, ist das aber durch die *Rummâna* geschehen, so ist es nicht der Fall.

Faṣl 4. Über die beiden Gewichte des Metalles, das Luftgewicht und das Wassergewicht in ihrem gegenseitigen Verhältnis. Dies gewinnt man nach verschiedenen Methoden. Eine ist die folgende: Wenn beide Schalen im Wasser sind, wie die Alten angegeben haben und wir das Gold oder das Silber in der Luft mit *Sangas* aus Eisen wägen und sie dann beide in das Wasser bringen, so steigt die Seite der *Sanga*[1]), die wir durch Zulegen von anderen *Sanga* in sie ins Gleichgewicht bringen, dann ist das Wassergewicht größer als das Luftgewicht. Eine andere Methode ist, wenn [nur] eine der Schalen im Wasser ist, wie in unserem Beispiel, und diese Methode wählen wir und verbleiben bei ihr, dann ist das Luftgewicht größer als das Wassergewicht um den Betrag des Gewichtes des Auftriebes. Auf Grund dieser Bestimmung resultiert, wenn wir den Betrag des Auftriebes von dem Luftgewicht abziehen, das Wassergewicht, oder wenn dieser zu dem Wassergewicht zugefügt wird, das Luftgewicht. Wir erhalten nach diesen beiden Methoden das Luftgewicht durch die Beobachtung in jeder von uns gewünschten Flüssigkeit.

Faṣl 5[2]). Vorschrift hierfür. Das Luftgewicht ändert sich nicht sichtbar infolge der Veränderung der Luft, obgleich es dabei nicht einer Veränderung bar ist. An dem Wassergewicht eines Körpers beobachtet man einen Unterschied infolge der Verschiedenheit des Wassers der Wasserflecken[3]) (*Buq'a*), der Quellen und der Reservoire nach Feinheit und Dichte und infolge dessen, was ihm [dem Wasser] von der Verschiedenheit der Jahreszeiten und der Orte zustößt. Wir wählen nun von den verschiedenen Wasserarten das Wasser eines bestimmten Wasserfleckens und einer bekannten Stadt[4]) und beobachten das Wassergewicht des Körpers und notieren ein wie großes Wassergewicht 100 *Miṯqâl* zukommt; wir beziehen [alle] Operationen auf

---

[1]) Es liegt dies daran, daß das Eisen ein kleineres spez. Gewicht als Gold und Silber hat.

[2]) Dieses *Faṣl* hat schon Khanikoff übersetzt; bei seiner großen Wichtigkeit geben wir auch eine Übersetzung, die sich wohl etwas genauer an den Text anschließt und vor allem das Wort Temperatur vermeidet.

[3]) *Buq'a* ist hier wohl als Wasserflecken und nicht wie später als Ort zu übersetzen.

[4]) Khanikoff übersetzt aus bestimmten Gegenden und einer bekannten Stadt.

dies Ergebnis. Wir merken es uns für die Zeit, wo wir dies Gewicht brauchen, wenn Gott will.

Im Winter muß man laues (*fâtir*) und nicht sehr kaltes Wasser verwenden, weil letzteres dick ist und ihn (den Körper) in der Schwere (im Schwersein) hindert. Daher ist das Wassergewicht des Körpers [der in ihm gewogen wird] kleiner als im Sommer. Aus dieser Ursache sinkt ferner die Wasserschale (hier *Fingâna* nicht *Kaff'a*), wenn das Wasser recht kalt ist, langsam und, wenn es warm ist, schnell und hat eine zwischen beiden gelegene Geschwindigkeit, wenn es lau ist[1]). Und hierfür gibt es eine deutliche Spur [Anzeichen] im Sommer und im Winter[2]). Diese Dinge wollen wir uns demnach merken[3]).

Abu'l Raiḥân[4]), Gott sei ihm gnädig, hat die Beobachtungen über die

---

[1]) Hier hat Khanikoff den Text nicht ganz richtig abgeschrieben.

[2]) D. h. im Sommer sinkt die Schale schneller, im Winter langsamer als im Herbst. Khanikoff schließt daraus, daß die Muslime den Aräometer zu Temperaturmessungen benutzen; doch geht dies wohl zu weit.

[3]) Eine einfache Überlegung zeigt, daß solche Unterschiede mit der Wage wohl erkennbar waren. Die Genauigkeit der Wage war sehr groß (s. w. u.). Im Winter ist es in *Chuwârizm* so kalt, daß der Oxus dick zufriert (vgl. E. Wiedemann, Beiträge X, S. 307), ferner erzählt *Qazwînî* (Bd. 2, S. 349): Und die Kälte ist bei ihnen (in *Gurganîja*) sehr groß . . . und das sonderbare ist: wenn einer aus seinem Hause am Tagesanfang mit entblößtem Gesichte geht, schlägt ihm die Kälte ins Gesicht und es vergeht ihm der Atem; das wissen die Leute der Stadt und gehen nur aus, nachdem sie sich [vorher] das Gesicht verhüllt haben.

Die Temperatur des Wassers im Winter dürfte also sicher 4° Celsius gewesen sein, im Sommer ist es aber in jenen Gegenden sehr heiß, wir können Temperaturen von mindestens 25° Celsius annehmen; das Gewicht von 1 ccm Wasser ändert sich dann von 1,000 bis etwa 0,9971. Nehmen wir an, wir hätten 1000 *Miṯqâl* Gold = ca. 4500 g, d. h. 225,0 cbcm Gold in dem Wasser, so werden die Gewichtsverluste sein 224,37 g und 225 g, der Unterschied ist 0,63 g oder ca. 0,14—0,15 *Miṯqâl* a), also eine sehr deutliche meßbare Größe. Nimmt man statt des Goldes Silber, so ist der Unterschied doppelt so groß. Daß so große Mengen gewogen werden konnten, geht aus dem Durchmesser der Wagschalen von etwa 2 dm hervor.

[4]) *Abu'l Raiḥân al Bêrûnî* (973—1048) wurde nach der Besiegung der *Mamûniden* von dem großen Sultan *Maḥmûd* nebst den Fürsten dieses Hauses im Frühling oder Sommer 1017 nach *Ġazna* fortgeführt (vgl. zu seinem Leben Ed. Sachau, *al Bêrûnî* India, Übersetzung Bd. 1, Einleitung). Er hat also die Untersuchungen über spez. Gewichte vor diesem Jahre in *Gurganîjâ* (*Chiwa*) ausgeführt.

Bei dieser Gelegenheit sei noch folgende Stelle über das Messen aus *al*

---

a) Zu beachten ist das stets noch auf *Ṭassûg's*, d. h. auf $^1/_{24}$ *Miṯqâl* gewogen wird.

Wassergewichte der Metalle und Edelsteine in *Gurgânîja*[1]) von *Chuwârizm* am Beginn des Herbstes angestellt und sie in der früher erwähnten Arbeit niedergelegt.

Bêrûnî mitgeteilt. *Al Bêrûnî* erwähnt in seinem Werk über Indien auch die Wagen bei den Indern, wobei er zugleich eine sehr interessante allgemeine Einleitung gibt: Er sagt:

Zählen ist dem Menschen angeboren. Das Maß eines Dinges wird dadurch bekannt, daß es mit einem anderen Ding verglichen wird, das zu derselben Art gehört und durch allgemeine Übereinstimmung [der Menschen] als Einheit angenommen ist. Dadurch wird der Unterschied zwischen dem Objekt und dieser Normalen bekannt. Durch Wägung (*Wazn*) bestimmen die Leute den Betrag an den schweren Körpern mittelst der Bewegung, wenn der Balken parallel zur Horizontalebene ist. Die Hindus benutzen die Wage (*Mîzân*) sehr wenig, da ihre *Dirham* durch die Zahl, nicht durch das Gewicht bestimmt sind, ihre Bruchteile werden durch so und so viele *Fûlûs* gezählt. . . . Sie wägen Gold mit der Wage nur, wenn es in dem natürlichen Zustand oder bearbeitet [wie für Schmuckgegenstände] aber nicht gemünzt ist.

Weiter unten heißt es dann noch: Da die Maßeinheit nicht eine natürliche, sondern eine konventionelle, durch allgemeine Übereinkunft angenommene ist, so läßt sie eine praktische und eine imaginäre Teilung zu. (India ed. Sachau Text S. 76, Übersetzung Bd. 1, S. 160.)

Al Bêrûnî hat sich auch sehr eingehend mit der Geschichte von *Chuwârizm* befaßt und über sie ein Werk verfaßt.

Jâqût (Bd. 2, S. 483) berichtet darüber in seinem langen Artikel über *Chuwârizm*: Ich las in dem Werke, das *Abu'l Raiḥân* über die Geschichte von *Chuwârizm* verfaßte. Er sagt in ihm, daß *Chuwârizm* in alten Tagen *Fîl* genannt wurde und berichtet dafür eine Erzählung, die ich [aber] vergessen habe. Findet sie einer und ist es ihm bequem, daß er sie an diesem Ort einfügt, so ist ihm dazu von mir die Erlaubnis gegeben. (Das Werk scheint nicht erhalten zu sein.)

Bei der Konstruktion seiner Instrumente ist *al Bêrûnî* sicher durch die anerkannt große Geschicklichkeit seiner Landsleute in *Gurganîja* unterstützt worden. Es heißt an der angeführten Stelle (S. 353): Seine Einwohner sind ein Volk, das sich mit feinen Handwerken (Künsten) befaßt, so die Schmiede, die Tischler u. s. w., denn sie ragen in der Feinheit in ihren Künsten hervor. Die Messerschmiede fertigen Werkzeuge aus Elfenbein und Ebenholz, welche außer in *Chuwârizm* nur in *Ṭarq* in der Gegend von *Isfahân* angefertigt werden. Die Frauen machen mit der Nadel feine Kunstwerke, wie Schneidereien, Stickereien und [andere] feine Arbeiten. (Aus *Isfahân* kamen bekanntlich vortreffliche Schwerter.)

[1]) *Gurganîja* ist die Stadt *Chiwa* (*Chuwârizm*) auf dem westlichen Ufer des *Gaiḥûn* (vgl. dazu *Jâqût* Bd. 2, S. 54 u. 481). Er bemerkt noch, daß die Stadt bei ihren Bewohnern *Kurkâng* und früher *Fîl* hieß.

Drittes *Bâb*.

Bâb 3. Über die Festsetzung der Marken für die Metalle und Edelsteine auf der Wage der Weisheit, nach der Vollendung ihrer Herstellung Die prinzipielle und universelle Prüfung ihrer Richtigkeit bei der Verwendung der Wage der Weisheit, wenn sie keine Marken hat zur Zeit, wo sie benutzt wird, geschieht nach einem schnell fördernden, allgemeinen Verfahren, für jedes zufällig vorhandene Wasser. In bezug auf das Verfahren für die Teilung [des Balkens] sagen wir, daß man die Marken für die Metalle und die mineralischen Edelsteine nach zwei Methoden auf der Mittellinie festsetzen kann. Die eine besteht in der Beobachtung und darin, daß man Versuche anstellt für jedes Wasser, das sich gerade an dem betreffenden Ort befindet. Die zweite besteht in der Übertragung auf das betreffende Wasser aus den für das Wasser von *Gurgânîja* in *Chuwârizm* entworfenen Tabellen. Diese Übertragung kann in zweierlei Art geschehen; einmal durch das beobachtete Wassergewicht und zweitens aus der Größe des Auftriebs eines jeden von beiden.

Faṣl 1. Erwähnung der allgemeinen Prämissen, die der Festsetzung der Marken auf der Mittellinie vorausgehen. - Dazu stellen wir die Wage mit den beiden Endschalen und der Wasserschale auf und äquilibrieren sie so vollkommen als möglich. Dann muß man zwei Operationen ausführen.

Die erste besteht darin, daß man die Wagschalen auf die Gleichheit ihrer Gewichte prüft und sie gleich macht (Gleichmachen der Wagschalen), die zweite besteht in vergleichenden Beobachtungen zwischen ihnen (*Murâqiba*, Vergleichsmethode, Bestimmung der korrespondierenden Punkte).

1. Gleichmachen der Wagschalen. Dazu legt man die eine der verschiebbaren Schalen samt ihren Haken und Schnüren in die rechte Schale und die zweite ebenso in die linke Schale und beobachtet, was eintritt. Ist die Wage im Gleichgewicht, so ist das das Beabsichtigte und die beiden verschiebbaren Schalen sind einander gleich und das empfehlen wir [gleich] bei ihrer Herstellung [so zu machen]. Neigt sich eine der Schalen im Verhältnis zur anderen, so stellen wir vollkommenes Gleichgewicht dadurch her, daß wir Zusatzgewichte in die steigende Schale tun. Ist die Wage im Gleichgewicht, so befestigen wir an der Schale auf dieser Seite eine Menge [Substanz] die ebensoviel wiegt, wie das Zusatzgewicht. Dann beobachten wir ein zweitesmal. Ist dann Gleichgewicht vorhanden, so vertauschen wir die beiden verschiebbaren Schalen und beobachten ein drittesmal und ist wiederum die Wage im Gleichgewicht, so ist die Gleichheit zwischen beiden Schalen sichergestellt.

2. Die Vergleichsmethode zwischen ihnen [den beiden verschiebbaren Schalen] besteht darin, daß nachdem wir die Wage vollkommen ins Gleichgewicht gesetzt haben, wir die eine verschiebbare Schale [1]) auf die rechte Seite bringen und die andere auf die linke in der Nähe der Zunge, dabei befinden sich die Endschalen auf ihren Marken. Die Spitze der geflügelten Schale stellen wir nun auf eine gegebene Zahl der *Schaʿîra* (Punkte) der Mittellinie,

---

[1]) Sie werden nach dem früheren unterschieden als die geflügelte und die verschiebbare kurzweg.

dann müssen wir die Spitze der verschiebbaren Schale auf die dieser Zahl gegenüberliegende auf der [linken Seite] stellen und wir sehen uns die Sache an. Bleibt Gleichgewicht und Horizontalität erhalten, so ergibt sich daraus die Vergleichung zwischen ihnen[1]). In derselben Weise findet man für jede Zahl auf beiden Seiten der Mittellinie die korrespondierende. Das merkt man sich für die Zeit, wo man es braucht.

Faṣl 2. Beobachtung der Marken für die Edelsteine und Metalle und deren Festsetzung auf der Mittellinie für jeden bekannten Ort, für den wir es wollen. Es ist dies eine allgemeine schnell fördernde Operation; sie ist leicht auszuführen bei Gleichheit der Wagschalen und nach der Korrespondenz (*Murâqiba*). Wer nach den Marken in anderer Weise durch emsiges Streben forscht, der verfällt in Ermüdung und Abspannung und er ist weit entfernt von der Wahrheit. Dazu wägen wir das Metall, das wir beobachten und dessen Marke wir auf der Mittellinie festsetzen wollen, in den beiden Luftschalen möglichst genau; dabei befinden sich die beiden verschiebbaren Schalen auf beiden Seiten auf gleichen Zahlen, damit der Balken nicht von der Horizontalen nach rechts oder links abgelenkt wird. Dann bringen wir das Metall in den „Richter", d. h. die Wasserschale und bringen die *Miṭqâl*, welche dem Metall das Gleichgewicht halten, [aus der Endschale] in die verschiebbare Schale, welche auf der rechten Seite steht. Dann entfernt oder nähert man die beiden verschiebbaren Schalen der Zunge, wobei zwischen ihnen die Korrespondenz, d. h. stete Gleichheit zwischen ihnen und der Zunge erhalten bleibt (d. h. man stellt sie auf korrespondierende Punkte). So oft die rechte Seite steigt, entfernen wir die beiden verschiebbaren Schalen von der Zunge und falls die linke steigt, so nähern wir sie der Zunge, dabei bleibt die Korrespondenz erhalten, bis der Balken horizontal steht und im Gleichgewicht ist. Und wo sich die Grube der Spitze der auf der rechten Seite der Mittellinie verschiebbaren Schale, d. h. derjenigen, in der die *Miṭqâls* sich befinden, ergibt, das ist die Marke dieses Metalles. Wir bezeichnen dort eine Grube mit dem Bohrer und schreiben seinen Namen an deren Seite. In derselben Weise geschieht die Beobachtung der anderen Metalle. Die Reihenfolge der Marken der Metalle von seinem [des Balkens] Ende ist folgende: 1. Das Gold, 2. das Quecksilber, 3. das Blei (*Usruf*)[2]), 4. das Silber, 5. die Bronze (*Ṣafr*), 6. das Messing (*Schibh*), 7. das Eisen, 8. das Zinn. — Die Reihenfolge der Marken der Edelsteine ist die folgende: 1. Roter Hyazinth, 2. grauer Hyazinth (*akhab*)[3]), 3. Smaragd, 4. Lapis Lazuli, 5 .Perle, 6. Karneol, 7. Bergkristall und Onyx, 8. Glas.

Diese Marken sind für das Wasser, für welches wir beobachtet haben, und solches, das ihm nach Feinheit (Dünne) und Gewicht (*Wazn*) nahe-

---

[1]) Es werden hiernach die zusammengehörigen Punkte auf beiden Seiten des Wagbalkens bestimmt, auf denen die Drehungsmomente der beiden Wagschalen einander gleich sind, dann braucht man diese nicht vorher gleich zu machen.

[2]) Nicht *Usrub* wie gewöhnlich.

[3]) Der Hyazinth ist bekanntlich eine Abart des Zirkon, von dem eine graue Modifikation vorkommt.

steht. Entfernt es sich aber von ihm nach Dünne und Gewicht, so ist das nicht der Fall.

Faṣl 3. Festsetzung der Marken auf der Wage mittelst der Wassergewichte aus den Tabellen. Dazu bestimmen wir das Wassergewicht des Metalles, dessen Marken wir auf der Mittellinie bestimmen wollen, entsprechend 100 *Miṭqâl*, wie dessen Ermittelung in dem ersten *Bâb* angegeben ist oder wir entnehmen es aus der entsprechenden Tabelle und suchen die ihm entsprechende Zahl auf der Mittellinie von der Zunge nach rechts. Da, wo es endigt [die Zahl sich befindet], da machen wir mit dem Bohrer ein Zeichen oder eine Grube und schreiben zu ihr den Namen des Metalles. In dieser Art wird für alle Metalle und Edelsteine verfahren.

Faṣl 4. Über die Feststellung der Marken mittelst der Zahlen, die dem Auftrieb das Gleichgewicht halten. Dazu bestimmen wir die Größe des Auftriebes, wie wir das früher ausgeführt haben, für irgendeinen beliebigen Ort (*Buq'a*) oder wir entnehmen aus der Tabelle, was diesem Metall entspricht. Haben wir es gefunden, so suchen wir, abweichend von dem oben erwähnten, das ihm gleiche von dem Ende der Mittellinie gegen die Zunge hin und es endigt dies da, wo es vorher endigte[1]). Dann bohren wir dort ein Loch und schreiben an dasselbe den Namen [der Substanz]. In derselben Weise verfahren wir für alle Substanzen, entsprechend der Reihenfolge, die in der Dissertation [von *al Bêrûnî*] „Verhältnis der Metalle" erwähnt ist. Dann, nachdem wir die Festsetzung der Marken vollendet haben, wenden wir uns zur Operation mit der Wage[2])

Wir geben noch den Beginn des folgenden Kapitels, da dadurch die Verwendung einzelner Teile der Wage klar wird.

Viertes *Bâb*.

Bâb 4. Über die Verwendung der Universalwage. Haben wir die Prüfung der Wage und die Festsetzung der Marken auf ihr vollendet, so haben wir uns noch eingehender zu beschäftigen mit ihrer Anwendung und der Prüfung

---

[1]) D. h. der Abstand der Zahl, an der die Marke gemacht wird von dem Ende des Balkens, ist in diesem Fall ebenso groß als in dem vorliegenden Fall derjenige von der Zunge.

[2]) Die beiden Methoden zur Bestimmung der Marken kommen darauf hinaus, daß einmal dem Wassergewicht, das anderemal dem Auftrieb durch ein Gewicht das Gleichgewicht gehalten wird, das dem ursprünglichen Gewicht gleich ist, aber an kürzeren Hebelarmen, x_1 bezw. x_2, angreift.

In den Tabellen ist nun das Wassergewicht W und der Auftrieb für 100 *Miṭqâl* Luftgewicht gegeben. Ferner sind die Arme in 100 Teile geteilt; bezeichnet man durch eckige Klammern [ ] die Längen, so hat man in den beiden Fällen die Gleichungen $[100].W = [x_1]\,100$, also $[x_1] = W$ und $[x_2].100 + [100]\,W = [100].100$, also $[x_2] = 100 - W$, selbstverständlich ist $[x_1] + [x_2] = 100$.

Dieselben Gleichungen gelten natürlich entsprechend für jedes beliebige Gewicht.

eines reinen Metalles und Edelsteines mittelst der Marken unter Zuhilfenahme der beiden beweglichen Schalen mit geringster Mühe und so schnell als möglich gegenüber einem gemischten [Metall] oder einem ähnlichen oder einem gefärbten, falls die Substanz einfach oder aus zweien zusammengesetzt ist, nicht aber aus dreien und noch mehreren[1]).

Wir bringen die beiden Luftschalen an und die Wasserschale, letztere im Wasser, dann bringen wir die verschiebbare Schale auf die Marke für die gegebene Substanz und halten das Gleichgewicht durch die *Rummâna* und den *Mij'âr*[2]) (Ausgleichgewicht), so daß die Zunge aufrecht steht; so verfahren wir bei einfachen Substanzen. Handelt es sich um die Prüfung eines aus zwei Substanzen gemischten Körpers oder eines, den man für gefärbt hält, so bringen wir die beiden beweglichen Schalen auf ihre Marken, bringen die Wage möglichst vollkommen ins Gleichgewicht und beginnen mit der Prüfung.

Faṣl 1. Prüfung der einzelnen einfachen Substanzen, nachdem man die bewegliche Schale auf die Marke des Metalles gesetzt und die Wage ins Gleichgewicht gebracht hat.

Dazu wägen wir die Substanz, die sich auf der linken Seite befindet, während die *Miṭqâls* auf der rechten sind, mittelst der beiden Luftschalen, dann bringen wir das Metall in die Wasserschale, so daß es in dasselbe untergetaucht ist und das Wasser von allen Seiten es berührt und in allen seinen Teilen. Befindet sich in ihm ein Loch oder eine Höhlung, so muß diese mit Wasser gefüllt sein; und der, der wägt, muß sich große Mühe geben, daß das Wasser an alle Stellen, die sich innerhalb seiner [des Metalles] Begrenzung finden, gelange, so daß in ihm keine Höhlung und kein Loch verbleibt, das mit Luft gefüllt ist; denn ein Hohlraum in einer Substanz wirkt gerade so, als ob sie mit einer Substanz, die leichter ist wie sie selbst, gefüllt wäre. Dann übertragen wir die *Miṭqâl* von der Endschale in die bewegliche Schale, welche auf der [der Substanz entsprechenden] Marke aufgehängt ist. Ist die Wage im Gleichgewicht horizontal und neigt sie sich nicht nach einer Seite, so ist die Substanz rein, sei es nun, daß wir es mit einem Metall oder einem Edelstein zu tun haben. Neigt sie sich aber nach einer Seite, so ist die Substanz nicht die, die sie sein sollte, wenn man es mit einem Edelstein zu tun hat: und wenn man ein Metall vor sich hat, so ist es nicht rein, sondern nur etwas, was ihm ähnlich aber doch von ihm verschieden ist[3]). Steigt die Seite der *Miṭqâl*, so ist es gemischt mit einem schweren Körper, steigt aber die Seite des Metalles, mit

---

[1]) Vgl. hierzu S. 113; immer wieder wird betont, daß man nicht Gemische aus mehr als drei Substanzen untersuchen kann.

[2]) Hier kommt die oben S. 131 erwähnte *Rummâna* vor, die der Schale das Gleichgewicht hält. *Mij'âr* hat wohl dieselbe Bedeutung wie bei dem *Quṣṭâs al mustaqîm* und bedeutet ein Ausgleichgewicht, das wahrscheinlich am Ende des Balkens bei der Wasserschale aufgehängt wird und dann für jedes Metall ein anderes ist; oder es ist synonym mit *Rummâna* gebraucht. Bei der Beschreibung der Wage der Weisheit ist der *Mij'âr* nicht erwähnt.

[3]) Es ist wohl an die vielen vor allem den Alchemisten geübten Fälschungen gedacht.

einem leichteren[1]) Körper. Ist das Metall aber nicht etwas dem erwarteten ähnliches und doch anderes, so hat in ihm eine Fälschung stattgefunden und es ist absichtlich mit einer mit Luft gefüllten Höhlung und Spalten versehen oder es ist ein ähnlicher Kunstgriff angewandt worden. Vor ihm muß man sich hüten und ihn bei Metallen durch Hämmern nachweisen.

Faṣl 2. Prüfung einer [binären] Mischung, die aus zwei Substanzen zusammengesetzt ist, wie aus zwei Metallen, wie man es beim Gold findet. Aus ihr erhält man das Kriterium (*ʿIjâr*) für die *Dirham* und die *Dînâre*. — Nachdem wir die beiden Endschalen und die Wasserschale aufgehängt haben, bringen wir die beiden verschiebbaren Schalen auf die Marken der beiden Metalle, die wir [in dem Gemisch] vermuten oder wir bringen die eine auf die Marke des Edelsteines, die andere auf diejenige des gefärbten Steines aus Glas oder Bergkristall. Dann bringen wir die Wage ins Gleichgewicht so vollkommen wie möglich[2]), so daß die Zunge senkrecht steht. Dann wägen wir den Körper in den beiden Luftschalen [in der einen ist er selbst, in der anderen das Gewicht] mit größter Sorgfalt; dann bringen wir ihn in die Wasserschale und sorgen dafür, daß das Wasser an alle seine Teile gelange, (dies ist in der Macht des Wägenden), in die sichtbaren Höhlungen oder die Spalten überall wo es möglich ist, um den Verdacht [auf eine Fehlerquelle] zu entfernen. Dann bringen wir die *Miṯqâl* nach der verschiebbaren Schale [auf der rechten Seite], welche auf der Marke [einer der Substanzen] sich befindet und sehen nach der Wage, bleibt sie im Gleichgewicht, so ist die Substanz rein; bleibt sie nicht im Gleichgewicht, so bringen wir sie in die andere verschiebbare Schale, bleibt sie dann im Gleichgewicht, so ist die Substanz von der Art, wie sie dieser Marke entspricht, gefälscht und gefärbt. Dies bezieht sich auf die Edelsteine speziell, aber nicht ausschließlich [um zu entscheiden], ob sie dies oder jenes sind.

Wird bei Metallen die Wage nicht durch [die Gewichte] in einer der verschiebbaren Schalen [die an der betreffenden Marke steht] äquilibriert, so sind sie [aus beiden] zusammengesetzt. Wollen wir bestimmen, aus wie viel sie von jedem von beiden bestehen, so verteilen wir einmal die *Miṯqâl* zwischen den beiden [an den betreffenden Marken aufgehängten] Schalen und tun einen Teil in die verschiebbare, den anderen in die geflügelte Schale und beobachten [das Resultat]; geht die rechte Seite in die Höhe, so übertragen wir einen Teil aus der der Zunge näheren Schale in die von derselben entferntere; sinkt sie, so bringen wir ihn von der entfernteren in die nähere; so fahren wir fort und fort, bis die Wage im Gleichgewicht ist. Nachdem dies erzielt ist, bestimmen wir, wie viel in der Schale an der Marke des [angenommenen] Metalles an *Miṯqâl* ist; gerade so viel ist in dem aus ihm zusammengesetzten Körper und das, was in der anderen ist, entspricht dem Gewicht des Restes. Läßt die Verteilung zwischen beiden Schalen mittelst der *Miṯqâl*[3]) an Genauigkeit zu wünschen übrig, so nehmen wir ein solches

[1]) Der Text hat hier „schwerer“ und „leichter“ vertauscht.

[2]) Es geschieht dies durch ein Zusatzgewicht, wie die *Rummâna* oder der *Mijʿâr* auf der linken Seite.

[3]) Es ist dies der Fall, weil die *Miṯqâl* ein ziemlich großes Gewicht sind.

Gewicht mekkanischen (?) [1]) Sandes als den *Mitqâl* entspricht. Ist mekkanischer Sand nicht vorhanden, so vertreten ausgelesene Samenkörner seine Stelle. Und wir verteilen diese zwischen den beiden Schalen. Ist das Gleichgewicht erreicht, so wägen wir, was in jeder der beiden Schalen an Sand oder Körnern ist und wir erreichen eine größtmögliche Genauigkeit.

Falls die Wage nicht ins Gleichgewicht kommt, weder im ersten Fall noch im zweiten [in dem die Gewichte in einer der beiden Schalen sich befinden] noch bei einer Verteilung zwischen ihnen, so besteht der zusammengesetzte Körper entweder nicht aus den beiden erwähnten Substanzen oder er ist aus drei und mehr Substanzen zusammengesetzt oder es ist in ihnen eine Fälschung und ein absichtlich hergestellter Spalt oder eine Höhlung. Infolge eines Hohlraumes wird die Schwere und das Gewicht verschoben, deshalb muß man dabei Vorsicht walten lassen und es sorgfältig betrachten. Die Betrachtung besteht darin, daß man die Wage genau beobachtet. Steigt eine der Seiten und bringt man des Gewicht (*Ṯiql*) auf die andere und steigt diese Seite wiederum, so ist die Fälschung sichergestellt. Steigt eine der Seiten und bringt man [das Gewicht] auf die andere und steigt diese, so ist der Körper aus den beiden Substanzen zusammengesetzt und es ist nötig, daß die Verteilung nach der Vorschrift geschieht. Ferner muß man sich im zweiten Fall vor der Fälschung (dem Betrug) durch die Subtraktion (Veränderung *Chaṣm*) hüten, wie bei einer Mischung von Gold und Silber, in deren Innerem sich eine Höhlung befindet [und nicht ein Körper] [2]), welche nicht dem Gold [3]) das Gleichgewicht hält, sondern die Mischung der Leichtigkeit des Silbers nähert, dann müssen wir sein Gewicht nach der Schale des Silbers verschieben; das Richtige [das richtige Resultat] kann infolge der Höhlung ein anderes sein.

Hieran schließen sich nun noch zahlreiche zum Teil an Menelaus Entwickelungen anknüpfende Bestimmungen der Zusammensetzungen gemischter Körper, auf die aber erst bei einer anderen Gelegenheit von Herrn Prof. E. Wiedemann näher eingegangen werden soll.

Aus einer früheren freilich etwas verderbten Stelle [4]) geht hervor, daß die Muslime, um die Zusammensetzung eines Gemisches zu bestimmen, bereits eine Rechenoperation kannten, die der folgenden Gleichung entspricht:

---

[1]) Über den Mekkanischen (*makkî*) hat Prof. E. Wiedemann nichts finden können, es ist jedenfalls ein feiner Sand gemeint.

[2]) Eingefügtes Einschiebsel.

[3]) Es ist wohl gemeint infolge der Höhlung ist der Auftrieb größer und den auf der Goldmarke hängenden Gewichten wird nicht das Gleichgewicht gehalten. Der ganze letzte Abschnitt ist in den Einzelheiten sehr schwer verständlich. Ob der Text richtig überliefert ist, ist sehr fraglich.

[4]) Diese Stelle steht weit früher in der Handschrift fol. 55v und bildet das 2. *Faṣl* des 3. *Bâb* der 4. *Maqâla*.

$$x = P \frac{\frac{1}{s_1} - \frac{1}{\sigma}}{\frac{1}{s_1} - \frac{1}{s_2}}.$$

P ist das absolute Gewicht des untersuchten Körpers, σ sein spezifisches Gewicht. s_1 und s_2 die spezifischen Gewichte der beiden Komponenten und x das absolute Gewicht der letzteren Komponente. Bei der Aufstellung der Formel wird die Größe „*al Faḍl*“ [1]) benutzt; es ist dies der auf die Einheit des Gewichtes bezogene Überschuß des Luftgewichtes über das Wassergewicht, d. h. der auf die Gewichtseinheit bezogene Auftrieb, dieser ist umgekehrt proportional dem spezifischen Gewicht. Sind diese „*Faḍl*“ a_1 a_2 und a (für die Mischung), so wird die obige Gleichung:

$$x = P \cdot \frac{a_1 - a}{a_1 - a_2}.$$

Wir schließen noch das folgende sehr interessante Kapitel an:

Faṣl 3. Über die Darlegung, daß es unmöglich ist, bei einem aus drei Substanzen zusammengemischten Körper die eine von der anderen zu trennen oder bei einem Körper, der zwei Substanzen und einen Hohlraum oder leeren Raum in seinem Innern enthält, letzterer vertritt die Stelle eines Elementes (*Rukn*) bei der Verschiedenheit des Gewichtes in dem Wasser; in all diesen Fällen können sich nämlich [aus Beobachtungen] sehr verschiedene Fälle der Zusammensetzung ergeben. Weil [die Lösung] hoffnungslos ist, müssen wir davon abstehen.

Wir haben schon früher erwähnt, daß, wenn der einfache isolierte Körper im Wasser gewogen wird und die Wage im Gleichgewicht ist, dies aufhört, wenn man etwas von ihm fortnimmt oder hinzufügt oder zu einer anderen Marke [auf dem Balken] überführt; deshalb kommt dem einen einfachen Körper nur eine Stellung [der verschiebbaren Schale] zu, ebenso kann man, wenn man zwei verschiebbare Schalen mit zwei Substanzen hat, nur eine einzige Anordnung auf der Wage treffen, bei der sie im Gleichgewicht ist. Ändert oder verschiebt oder ersetzt man etwas von den *Sangas*, so ändert sich das Gleichgewicht und man muß sie wieder an ihren Ort zurückführen, damit das Gleichgewicht wieder hergestellt wird. Dies rührt daher, daß sich zwischen ihnen kein dritter [Körper von mittlerem spezifischen Gewicht] befindet, der den Endgliedern beigemischt ist oder zwischen ihnen ausgleicht. Dies tritt deutlich bei den Zahlen des magischen Quadrates (*Wafq*) [2]) hervor. Es gibt kein *Wafq*

[1]) Vgl. hierzu E. Wiedemann, Beiträge VII, S. 173; dort ist der *Faḍl* auf die Einheit des Wassergewichtes bezogen.

[2]) *Wafq* ist das magische Quadrat; diese bestehen aus einzelnen Fächern, in die man solche Zahlen anschreibt, daß sie parallel zu den Seiten und nach

bei dem Quadrat zwei auf zwei, denn in ihm sind die aufeinanderfolgenden sich je um die Einheit unterscheidenden Zahlen enthalten. Ist zwischen ihnen [den zwei Zahlen] eine dritte Zahl eingeschoben, wie in dem System drei auf drei, so werden die beiden Enden durch die Kraft der zwischen ihnen in der Mitte stehenden gemischt [so daß stets dasselbe Resultat entsteht], und aus diesem Grunde wird die Trennung (Scheidung) zwischen zwei Substanzen notwendigerweise gefunden [werden können]. Wir wenden uns nun zu dreien. Die Mischung findet statt aus drei Substanzen, die auf der Mittellinie festgelegt sind und mit Rücksicht auf ihre Lage [bekannt sind]. Es ist möglich, daß die drei Quantitäten sich ändern und doch das Gleichgewicht der Wage unveränderlich in seinem Zustand erhalten bleibt.

Beispiel hierfür: Wir hängen auf der rechten Seite drei Schalen auf, nämlich die Endschale [1]) und die beiden verschiebbaren und auf der linken Seite die verheiratete (kombinierte) Schale. Dann bringen wir die Wage ins Gleichgewicht und wägen einen gemischten Gegenstand in der Luft, dann bringen wir ihn in den „Richter" (die Wasserschale), so daß er in sie eingetaucht ist. Hierauf verteilen wir die *Miṯqâls* in die drei Schalen, um das Gleichgewicht zu erhalten. Man kann nun meinen, daß in dem Körper Mengen der drei einfachen Substanzen gemäß [den Mengen an] den ihnen entsprechenden Marken enthalten sind.

Hierauf bestimmen wir die Abstände zwischen den Marken und übertragen von den beiden äußeren Schalen Mengen nach der mittleren, die den Entfernungen umgekehrt proportional sind, dann bleibt das Gleichgewicht erhalten; es hört aber die Ansicht auf zu bestehen, daß die erste Teilung derselben eine [die richtige, einzige] war. Ebenso bleibt das Gleichgewicht unverändert, wenn man die Übertragung ein zweites- und drittesmal vornimmt. Auch dann bleibt das Gleichgewicht gewahrt, wenn man einmal oder öfter von der mittleren Schale Mengen nach den äußeren überträgt, die umgekehrt proportional den Entfernungen sind. Diese Übertragung kann bis ins Unendliche fortgesetzt werden, ohne daß das Gleichgewicht gestört wird. Man kann aber nicht sagen, daß ein Körper aus drei Metallen aus Teilen bestehe, die keine Grenze haben [2]). Hieraus ergibt sich, daß eine Trennung nur bei zwei Substanzen möglich ist, worauf wir schon in dem Kapitel in der zweiten *Maqâla* nachgewiesen haben, das von der Horizontierung des Wagbalkens

---

den Diagonalen addiert, die gleiche Summe geben. Die n^2 Fächer enthalten die n^2 ersten Zahlen. Das magische Quadrat drei auf drei ist:

2	7	6
9	5	1
4	3	8

vgl. hierzu E. Wiedemann, Beiträge IV, S. 452, wo sich auch die Zitate finden.

[1]) In diesem Fall wird die Endschale auch verschoben, damit auf den den drei Komponenten entsprechenden Marken sich Schalen befinden.

[2]) Die man beliebig variieren kann.

und von der Transportierung der Gewichte von ihrer Marke (Schwerpunkt) handelt. Wer daher von einer Trennung von drei Metallen voneinander spricht, dessen Arbeit ist Täuschung und er begeht darin eine Falschheit und dies ist erst recht der Fall bei mehr als drei Substanzen, da hier noch zahlreichere verschiedene Fälle eintreten können. Bei dem Polieren des Metalles ergibt sich, ob es mit etwas anderem gemischt ist. Wir merken uns diese Vorschrift und wollen uns von [der Ausführung] der Trennung von drei und mehr Substanzen voneinander fernhalten.

Die mannigfachen Arten der Verwendung der Wage der Weisheit und ihre Vorzüge zählt *al Châzînî* in der Einleitung auf:

Dazu gehört:

1. Genauigkeit (*Daqqa*) im Wägen. Man erkennt an der Wage den Unterschied eines *Miṭqâl* oder einer *Ḥabba* (Korn), selbst wenn das Gesamtgewicht ihrer Glieder (der sie zusammensetzenden Teile) 1000 *Miṭqâl*[1]) beträgt, vorausgesetzt, daß der Künstler, der sie verfertigt, eine feine Hand hat, geschickt und wohl erfahren in der Kunst ist.

2. Sie läßt echtes (*ṣamîm*) Metall von verfälschtem (*majschûsch*) unterscheiden und zwar jedes für sich ohne Raffinierung.

3. Sie läßt bestimmen, was in einem Gemisch zweier Metalle vorhanden ist ohne sie voneinander zu trennen, sei es durch Schmelzen oder Raffinieren oder Veränderung der Gestalt, und dies in kürzester Zeit und mit geringstem Aufwand von Mühe.

4. Sie läßt bestimmen den Überschuß des Gewichtes eines Metalles über das eines anderen im Wasser[2]), wenn das Gewicht beider in der Luft gleich ist, und umgekehrt den Überschuß in der Luft, wenn sie im Wasser an Gewicht gleich sind, und weiter die Verhältnisse der Gewichte der beiden Metalle in beiden Medien.

---

[1]) Juynboll gibt (Handleiding tot de kennis van den muh. Wet Leiden 1903, S. 95) 1 *Miṭqâl* = 4,2 g. *Al Ḥabba* ist ein Teil des *Miṭqâl* und des *Dirham*, die sich je aus 60 *Ḥabba* zusammensetzen (diese haben dann natürlich verschiedene Gewichte) (vgl. H. Sauvaire, J. Roy. Asiat. Soc. [2] Bd. 10, S. 260. 1878). Eine *Ḥabba*, die dem *Miṭqâl* entspricht, wiegt also etwa 0,075 g. Khanikoff gibt 1 *Miṭqâl* = 4,5 g (vgl. S. 132).

[2]) Bei der großen Gründlichkeit ihrer Messungen und der großen Umsicht der muslimischen Gelehrten ist es überraschend, daß sich in ihren Werken keine Angabe findet, daß bei gewissen Wägungen im Wasser dem Gewichtsverlust der Schalen, in denen sich die zu wägenden Körper befanden, Rechnung getragen wird.

5. Sie läßt die Natur des gewogenen Körpers durch sein Gewicht bestimmen zum Unterschied von anderen Wagen, die nicht zwischen dem gewogenen Gold und Stein unterscheiden.

6. Ändert man die Entfernung der Schalen von dem Aufhängeort in einem bestimmten Verhältnisse, etwa dem Verhältnis von Steuer und versteuerbarem Gegenstand oder von 7 : 10, entsprechend dem Verhältnis von *Dirhams* und *Dinârs*, so erfährt man wunderbare Dinge in bezug auf Werte der Gegenstände ohne Anwendung von Gewichten (*Ṣanga*), weiter weist sie (die Operation) auf die Substanz hin, deren Wesen festgestellt wird, und legt endgültig, was ihr gleich ist, dar, und weist z. B. hin auf Probleme aus den Wechsel- und anderen Geschäften und der Münze bei der Veränderung der Normalien und auf wundersame Problemen.

7. Ein Hauptgewinn besteht darin, daß man sicher Edelsteine wie den Hyacinth, den Rubin, den Smaragd oder die edle Perle erkennen kann; denn sie unterscheidet sicher zwischen ihnen und ihren Nachahmungen und gefärbten Fälschungen.

Die Einleitung *al Châzinî's* schließt mit den Worten: Diese Betrachtungen haben mich dazu geführt, die Wage der Weisheit eingehend zu betrachten und dieses Werk zusammenzustellen.

Zu besonderen Zwecken wird die Wage der Weisheit ganz wesentlich vereinfacht. *Al Châzinî* sagt selbst (fol. 92r):

Maqâla 7. Über die Wage des Wechselns[1]). Nachdem wir die Wasserwage und die Wage für die Metalle und Edelsteine erledigt haben, nach dem Geist und der Wissenschaft, nicht nach der Form[2]), so brauchen wir im folgenden nicht mehr die Wasserschale und das, worin diese eingetaucht wird; wir entfernen diese beiden Teile und nennen dann die Wage: Wage des Wechselns (Wechselwage). In den meisten Fällen braucht man die beiden Endschalen und die eine bewegliche Schale. In einigen Fällen braucht man beide verschiebbaren Schalen zusammen. In dem letzten Teil [der *Maqâla*] werden wir noch andere Wagen behandeln, damit das Werk vollkommen sei.

Wir wollen nun noch die Beschreibung einiger anderer Wagen nach *al Châzinî* mitteilen.

Die uns von *al Châzinî* beschriebene Wage des Archimedes wird später behandelt werden.

---

[1]) *Ṣarf*, es ist dies die kaufmännische Operation.

[2]) Gemeint ist wohl, daß nicht nur die äußere Gestalt der Wage beschrieben, sondern auch die Theorie gegeben ist.

Eine andere von unserem Autor beschriebene Wage ist die von dem großen Arzte *Muḥammed Ibn Zakarîjâ*[1]) aus Raj, einer Stadt Chorasans, benützte.

An dieser Wage fällt der nach oben stehende Zeiger auf, der als starr mit dem Wagbalken in dessen Mitte verbundene Zunge, ganz denjenigen unserer Wagen entspricht.

Die Wage selbst ist gleicharmig, hat aber nur eine feste Schale *c*, während die andere *d* beweglich ist (s. Fig. 38).

Al Châzinî gibt folgende Beschreibung im vierten *Bâb* der dritten *Maqâla*.

Viertes *Bâb*.

Bâb 4: Über die physikalische (*ṭabʿîî*) Wage und das Arbeiten mit ihr von *Muḥammed Ibn Zakarîjâ al Râzî*. Es ist auf 3 *Faṣl* verteilt. *Faṣl* 1: Über ihre Konstruktion. Ihre Benutzung weicht von der des Archimedes[2]) ab. *Muḥammed* verwandte sie. Die beiden Wagschalen seien außerhalb des Wassers und beide ganz mit Wasser gefüllt. Die Abnahme des Wassers [wenn ein Körper hineingebracht wird] in jeder Schale entspricht dem Volumen des Körpers, der sich in ihr befindet. Und Archimedes verwandte [eine Wage mit zwei Schalen], wobei beide in das Wasser untergetaucht waren; sie (die Wage) hatte die *Schaʿîras*[3]) (Marken).

Muḥammed Ibn Zakarîjâ, Gott sei ihm gnädig, sagt: Bei der Bestimmung eines jeden Körpers und seines [Gewichts] Überschusses über einen anderen und bei der Ermittelung dieser Eigenschaft durch die physikalische Wage nimmt man eine möglichst sorgfältig geprüfte Wage; unter dem Ausdruck „sorgfältiges Prüfen der Wage" versteht man, daß man zwei Wagschalen nimmt, die ein gleiches Volumen Wasser fassen und sie dem Gewichte nach gleich macht, und zwar dadurch, daß man sie auf der Außenseite mit der Feile abfeilt, nicht dadurch, daß man etwas von ihnen abschneidet, da man sonst das Fassungsvermögen verringern würde. Sind beide Schalen gleich, so nimmt man einen gleichmäßigen sorgfältig geprüften Balken; der ganze Balken hat die Gestalt des Balkens des *Qaffân* (Schnellwage), der konvex gemacht ist. Dann hängt man an ihm die eine Schale auf. Der zweiten Schale weisen wir ihren Ort am Ende des Balkens an, dieser wird mittelst des Ringes durch das Ende des Fadens an dieser Schale herabgezogen. Der Ring hat eine Spitze (s. auch oben).

---

[1]) *Abu Bekr Muhammad Ibn Zakarîjâ* er Razi, der Rhazes des Mittelalters, war Mediziner und Philosoph und der Galen seiner Zeit; er lebte später in Bagdad († 932, vgl. Suter Nr. 93, S. 48, Wüstenfeld Ärzte Nr. 98, S. 40).

[2]) Die folgende Stelle ist im arabischen Text wohl etwas verderbt.

[3]) Hier sind die Marken als *Schaʿîra* bezeichnet, während sie sonst *ʿAlâma* oder *Markaz* heißen.

Hier folgen nun zwei Abbildungen. Die eine ist die in Figur 38 wiedergegebene.

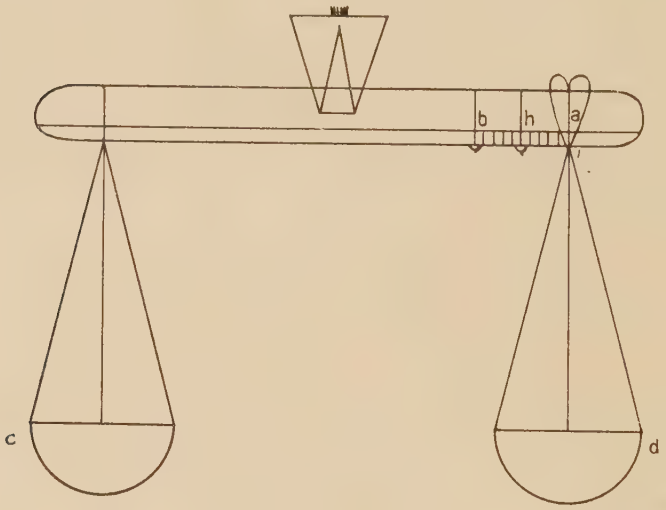


Fig. 38.

In der linken Wagschale steht „Schale des Silbers, sie ist fest", in der rechten „Schale des Goldes, sie ist beweglich".

Zwischen den Wagschalen steht:

In die feste kommt die zu bestimmende Substanz, in die bewegliche ein ihr gleiches Gewicht. Die feste Schale wird nun in das Wasser getaucht und die bewegliche so lange, etwa bis h, verschoben, bis die Wage wieder in Ruhe ist. Hat man dann einmal den Punkt a bezw. b festgesetzt, an dem sich die Schale bei Anwendung von reinem Silber bezw. reinem Golde befindet, so läßt sich leicht der Gehalt der Legierung bestimmen Ist nämlich bei dem Versuche mit der Legierung die Schale in h, so ist das Verhältnis der Menge Goldes zu jener des Silbers wie $ah : hb$[1]).

Die zweite Figur ist der ersten ganz ähnlich.

An dem linken Ende des Balkens steht bei der Befestigungsstelle der Schale: feste; an der rechten: wandernde; in der Schale links steht: Schale des *Sangas* aus Eisen; in der rechten Schale: Schale des Goldes.

Die zweite Figur bezieht sich darauf, daß man, wie *al Châzinî* oder sonst jemand in einem Kommentar bemerkt (s. w. u.), statt des Silbers auch Eisengewichte verwenden kann.

---

[1]) In der Publikation von Khanikoff steht fälschlich *ab*. Zu der ganzen Theorie s. S. 157.

Auf die Abbildung dieser beiden Wagen folgt im Text gleich die Beschreibung der Wage von *ʿOmar al Chajjâmî*. Es fehlt hier offenbar etwas im Text.

Ganz am Schluß der Handschrift (fol. 108ᵛ—109ᵛ) wird noch einmal von der physikalischen Wage gehandelt; es scheint fast, als ob die vorne fehlenden Blätter hier ergänzt sind. Es findet sich auch eine Wiederholung der zuerst erwähnten Figur.

Die Beischriften sind: „feste", „wandernde", „Schale des Silbers", „Schale des Goldes".

Auf S. 108ʳ heißt es:

Dann nehmen wir ein *Miṯqâl* Gold und bestimmen eine ihm gleich große Menge Silbers. Dann legen wir das Gold in die eine Schale und in die andere die ihm gleich große Menge Silbers. Dann nehmen wir ein geräumiges Gefäß für Wasser und lassen die Wage in dasselbe hinab, bis beide Schalen ganz untergetaucht sind. Dann neigt sich die Wage nach der Seite der Schale, in der sich das Gold befindet, weil in diese Schale mehr Wasser eintritt. Neigt sich die Schale, so verschieben wir den aufgehängten Ring nach der Zunge hin, bis diese vertikal steht und machen an der betreffenden Stelle ein Zeichen. *Es werden in die eine Schale gleichzeitig ein Stück Gold und ein Stück Silber, die gleich groß sind, getan; ihnen wird in der Luft durch ein gleich schweres Stück Silber das Gleichgewicht gehalten. Das Ganze wird in Wasser getaucht und die bewegliche Schale verschoben, bis wieder Gleichgewicht vorhanden ist, darauf wird an der betreffenden Stelle eine Marke gemacht. Sie entspricht gleichen Teilen von Gold und Silber. Ebenso verfährt man mit jeden beliebigen Gewicht [sverhältnis] und macht auf dem Balken entsprechende Marken*[1]). Bringt man uns beide |Metalle| gemischt, so wägen wir eine gleich große Menge Silbers ab, tauchen beide Schalen in das Wasser und verschieben den Ring, bis die Zunge vertikal steht und bestimmen den Ort, für den dies der Fall ist. In der Mischung ist so viel [von beiden], als uns bei der ersten Operation das Gleichgewicht herstellte.

An jeder Schale müssen wir drei Knöpfe, die den Rand derselben überragen, befestigen. In ihnen befinden sich die Löcher für die Fäden für die Schale. Auf dem Balken müssen wir die Zeichen des Gewichtes anbringen.

Faṣl 2: Über das Arbeiten mit der Wage. Wollen wir wissen, welcher von beiden Körpern [spezifisch] schwerer ist, so bringen wir sie in der Luft ins Gleichgewicht, tauchen beide in das Wasser ein und sehen, nach welchem von ihnen sich [die Wage] neigt; dieser ist der schwerere. Wollen wir wissen, um wie viel er schwerer ist, so bestimmen wir sein Gewicht, dann verschieben wir die Schale auf den *Schaʿîras*, bis die Zunge vertikal steht, und der schwerere Körper ist entsprechend dem Betrag des *Schaʿîras* [über die

[1]) In dem Passus * * ist etwas ausgefallen, die Stelle ist entsprechend ergänzt.

der Ring hingeschoben ist] schwerer als der leichtere. — Wollen wir nach dieser Methode bestimmen, wie viel Gold und wie viel Silber in dem Körper ist, so erwägen wir, wie groß nach den *Scha'îras* der Überschuß der *Miṭqâl* an Gold über die *Miṭqâl* an Silber ist. Bringt man uns eine Mischung (Legierung), so bringen wir sie durch Silber ins Gleichgewicht, tauchen das Ganze in das Wasser und stellen das Gleichgewicht her. Auf das, was an *Seha'îras* resultiert, beziehen wir es[1]). Und ebenso ist es mit den anderen Körpern im Verhältnis zueinander. Wir müssen uns aber davor hüten, daß in der Mischung ein leerer Raum oder Luft ist. Dies bestimmen wir dadurch, daß wir sie schmelzen und hämmern. So weit geht, was *Muḥammed Ibn Zakarîjâ* gesagt hat.

Hieran schließt sich nun ein Absatz, der entweder von *al Châzinî* oder einem anderen Kommentator stammt. Er beginnt:

Über die Erläuterung der physikalischen Wage und der Marken auf ihr für die Verhältnisse [der Metalle]. Das geschieht nach zweierlei Methoden. Die eine Methode hat man, wenn als Maß (*Miqjâs*) Silber dient, die andere, wenn als Maß Eisengewichte dienen.

Nun wird zunächst bei Verwendung von Silber als Maß ebenso wie früher verfahren und die Stelle der Schale auf dem Balken bestimmt, bei der die Wage im Gleichgewicht ist, wenn sich in der Schale Silber befindet, sie sei b, und wenn sich Gold in ihr befindet, sie sei a. Den Zwischenraum teilen wir in 12 Teile, das sind die gesuchten Marken. Wenn es sich dann um eine Mischung handelt, so bringen wir ein ihr gleiches Gewicht Silber in die eine Schale und den gemischten Körper in die andere bewegliche Schale und verschieben den Ring auf diesen Teilen, bis die Wage im Gleichgewicht ist und dann beobachten wir. Steht der Ring auf a, so haben wir reines Gold, fällt er aber auf eine Marke r, so ist in ihm Gold enthalten, im Verhältnis a r : 12 und Silber im Verhältnis b r : 12 und sie sind in dem erwähnten Verhältnis gemischt.

Ganz ebenso wird nun mit den *Sangas* aus Eisen, die *Miṭqâls* entsprechen, verfahren. Zum Schluß heißt es noch: „Und 12 entspricht dem Gewicht der Mischung“[2]).

Das Verfahren von *Muḥammed Ibn Zakarijâ al Râzî* schließt sich vollkommen an das später zu beschreibende von Manatius an, wie es die Menelaus-Handschrift im Escorial schildert. Es weicht aber wesentlich von dem Verfahren ab, das *al Châzinî* dem

[1]) D. h. aus der Marke erhalten wir das Verhältnis zwischen Gold und Silber.

[2]) Das Ganze und besonders der Schluß sind stark gekürzt. Ob in diesem Fall, wie in anderen, die *Sangas* aus Eisen in das Wasser getaucht werden, läßt sich aus dem Text nicht ersehen. Hierfür gilt die oben S. 154 besprochene zweite Figur, bei der in der einen Schale diese Eisengewichte erwähnt sind.

Archimedes zuschreibt (s. w. u.). Sowohl die Entwicklungen von Manatius, wie diejenigen von *al Râzî* sind richtig, da sie eine empirische Eichung der Skala geben; dagegen sind die Angaben sowohl in der Figur zwischen den Wagschalen, als auch die in dem letzten Abschnitt irrig, nämlich diejenigen, die sich beziehen auf die Bestimmung der Menge x Silbers und (1—x) Goldes im Verhältnis zu der gesamten Menge der Legierung bezw. auf das Verhältnis x : (1—x) der beiden Mengen zueinander.

Die in Betracht kommenden Formeln sind folgende: Auf der linken Seite des Wagbalkens ist ein Gewicht mit einem Drehmoment C aufgehängt, auf der rechten Seite hält ihm stets ein und dasselbe Gewicht G, das in Wasser getaucht ist, das Gleichgewicht, und zwar, wenn es aus Silber, aus der Legierung oder aus Gold besteht, in den Abständen l_1, λ, l_2 wobei $l_1 > \lambda > l_2$; die Auftriebe für die Gewichtseinheit seien a_1, α, a_2, dann ist

$$C = l_1 G (1-a_1) = \lambda G (1-\alpha) = l_2 G (1-a_2)$$

und es folgt:

$$x = \frac{a_1-\alpha}{a_2-\alpha_1} = \frac{l_1-\lambda}{l_1-l_2} \cdot \frac{l_2}{\lambda}; \quad 1-x = \frac{\lambda-l_2}{l_1-l_2} \cdot \frac{l_1}{\lambda};$$

$$\frac{x}{1-x} = \frac{l_1-\lambda}{\lambda-l_2} \cdot \frac{l_2}{l_1}$$

$l_1 - l_2 = d$ ist der Abstand zwischen den Endlagen der Schalen für Silber und Gold, $l_1 - \lambda = \delta_1$ und $\lambda - l_2 = \delta_2$ die Abstände der Lage für die Legierung von der Lage für Silber und Gold, man erhält also:

$$x = \frac{\delta_1}{d} \cdot \frac{l_2}{\lambda}; \quad 1-x = \frac{\delta_2}{d} \cdot \frac{l_1}{\lambda}; \quad \frac{x}{1-x} = \frac{\delta_1}{\delta_2} \cdot \frac{l_2}{l_1}.$$

Es unterscheidet sich also der richtige Wert dieser Größen von dem im arabischen Text angenommenen durch die Faktoren $\frac{l_2}{\lambda}$, bezw. $\frac{l_1}{\lambda}$, bezw. $\frac{l_2}{l_1}$; den größten Wert hat l_2/l_1; es ist nahe $(1-{}^1/_{19})/(1-{}^1/_{10,7})$[1]$= 1{,}05$; also weicht der Wert der Muslimen im Maximum um ca. 5 % vom richtigen ab.

Die Formeln des Muslims gelten, wenn man annimmt, daß nicht die Schale mit dem Gold, Silber und der Legierung ihre

[1]) ${}^1/_{19}$ und ${}^1/_{10,5}$ sind abgerundete Werte der spezifischen Gewichte des Goldes und Silbers.

Lage ändert, sondern die Schale, die das konstante Gewicht enthält, sei es, daß dies in Wasser gebrachtes Silber, sei es, daß es Gewichtsstücke selbst sind.

Die Verwendung eines Siberstückes S_1 in Wasser auf der einen Seite der Wage als Gegengewicht zu den Stücken S_2 aus Silber, Gold oder Legierung auf der anderen Seite in Wasser hat offenbar den Zweck, daß bei dem größten Abstand der Stücke S_2 dieser gleich dem Abstand von S_1 ist, wir also auf beiden Seiten gleiche Hebelarme haben. Würde man S_1 in der Luft lassen und S_2 in Wasser tauchen, so müßte dieses weiter vom Drehpunkt entfernt werden.

Da $l_2/l_1 = 1{,}05$ ist, so ist die Länge $l_2 - l_1$ gleich $^1/_{20}$ von der Länge des Balkens; ist dieser also gleich einem Meter, so beträgt die Verschiebung von Gold zu Silber 5 cm, also eine recht beträchtliche Größe.

Eine andere von *Al Châzinî* erwähnte Wage ist die des *Abû Ḥafs ʿOmar Ibn Ibrâhîm al Chajjâmî* (gest. 1123/24). Sie besteht nach der Figur aus einem einfachen, nicht geteilten Balken. Jede der Wagschalen wird von drei Schnüren getragen, an deren Vereinigungspunkt eine weitere solche befestigt ist. Letztere sind an den Enden des Wagbalkens angebracht. — In der rechten Schale steht: „Schale des Goldes"; in der linken: „Schale für das, was ihm [dem Gold] von den *Sangas* das Gleichgewicht hält".

Neben dem Text in *al Châzinîs* Werk ist noch ein solcher für den Anfang in einer Gothaer Handschrift enthalten; vgl. E. Wiedemann, Beiträge VIII, S. 170—173. Bei *al Châzinî* heißt es:

Fünftes *Bâb*. Über die gewöhnliche (*muṭlaq*) Wasserwage von dem *Imâm ʿOmar al Chajjâmi*, über ihre Anwendung und die sie betreffenden Beweise, wenn beide Schalen oder eine derselben im Wasser ist. Die Ausführung darüber ergeht sich in vier *Faṣl*.

Faṣl 1. Über die Herstellung der Wage und das Wägen mit ihr. Es sagt der *Imâm Abû Ḥafṣ ʿOmar Ibn Ibrahîm al Chajjâmî*.

„Willst du die Menge je des Goldes und Silbers in einem aus ihnen zusammengesetzten Körper kennen lernen, so nimm eine Menge reinen Goldes und bestimme ihr Gewicht in der Luft *und ebenso nimmst Du eine Menge reinen Silbers und bestimmst sein Luftgewicht*[1]), dann nimm zwei gleiche Wagschalen, die einander entsprechen und einen Wagbalken, der gleiche

[1]) Die Stelle zwischen ** fehlt in der Gothaer Handschrift.

Teile hat und zylindrische Gestalt. Das Gold tue in die eine der Wagschalen in dem Wasser und in die andere, was es wiegt, und stelle den Wagbalken parallel dem Horizont und erfahre seine (des Goldes) Menge. Dann bestimme das Verhältnis des Luftgewichtes des Goldes zu seinem Wassergewicht. Ebenso nimm reines Silber und bestimme das Verhältnis seines Luftgewichts zu seinem Wassergewicht etc.

Die Überschriften der anderen *Faṣl* lauten:

Faṣl 2. Über die Bestimmung dessen, was in einem aus Gold und Silber gemischten Körper an einem jeden von ihnen enthalten ist, mittelst eines geometrischen Beweises und eine Methode, die die Menge eines jeden kennen lehrt (die erste Hälfte dieses Kapitels enthält die Gothaer Handschrift).

Faṣl 3. Über die Bestimmung dessen, was in einem gemischten Körper an Gold und Silber ist, mittelst *al Geber* und *Muqâbala*.

Faṣl 4. Über die aus drei und mehr Substanzen zusammengesetzten Körpern s. oben S. 113 u. 146.

Ein besonderes Kapitel der Wage der Weisheit handelt von der Erdwage (*Mîzân al Arḍ*), um die Oberfläche zu horizontieren und die Oberfläche der Wände senkrecht zu stellen oder, wie es heißt, parallel zu einem Durchmesser [der Welt] zu stellen.

Dazu werden drei Methoden eingeschlagen:

1. Um eine gerade Linie der Erdoberfläche horizontal zu machen, nehmen wir einen Wagbalken aus Holz[1]), je länger er ist, um so genauere Resultate gibt er. Von seinen beiden Enden aus spannen wir Fäden von der erforderlichen Länge[2]). Wir nehmen ferner zwei mannshohe Stäbe. Je ein Mann nimmt einen derselben mit dem einen Ende eines Fadens. Der eine stellt sich an den Ort auf, dessen Erhebung oder Senkung man bestimmen will, der andere entfernt sich, soweit es der Faden gestattet, zu einem anderen Ort; die Wage [d. h. eine mit dem Balken fest verbundene Zunge und die Schere] befindet sich in umgekehrter Lage in der Mitte des Balkens. [Die Schere ist in diesem Fall der bewegliche Teil]. Wenn die Zunge sich von der Schere (*Mingam*)[3]) erhebt, d. h. aus ihr hervortritt, so ist die Seite, auf der dies

---

[1]) Eine Abbildung dieser Vorrichtung gibt nach der Handschrift die Figur 39. Oben steht: Der Balken. Unten: Die umgekehrte Wage, an den beiden Enden des Balkens: Der Faden. Die Striche auf den Säulen rechts und links bedeuten wohl eine Teilung. Die ganze Einrichtung erinnert an den *Murgîqal* (E. Wiedemann, Beiträge X, S. 317).

[2]) An den Enden der Fäden sind, wie die Figur lehrt, spannende Gewichte angebracht, die vielleicht gleichzeitig als Lote dienen.

[3]) Nur selten heißt bei *al Châzinî* die Schere *Mingam*, meist *Fijârânî*. Im *Lisân al ʿArab* heißt es *al Mingam* ist von der Wage das quergestellte Eisenstück (*Ḥadîda*), in dem sich die Zunge befindet. Oben S. 121 hat *Mingam* wohl eine etwas andere Bedeutung.

geschieht, die höhere. Dann wird der am höheren Orte stehende Mann beauftragt, den Faden vom Ende des Stabes ganz allmählich herabzulassen, bis die Zunge nicht mehr aus der Schere heraustritt. Offenbar ist die Strecke, um welche der Faden an dem Stab verschoben wird, gleich der Erhebung der einen Seite. Dies ist beim Graben der Flüsse und beim Horizontieren der Erde nützlich.

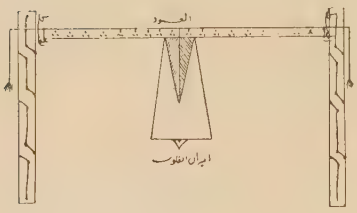


Fig. 39.

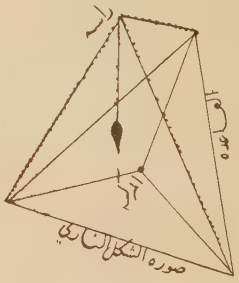


Fig. 40.

2. Zum Horizontieren einer Fläche an der Erdoberfläche macht man sich ein Tetraeder (Fig. 40)[1]) (einen feuerartigen Körper, vgl. E. Wiedemann, Beiträge XIV, S. 18) mit vier gleichseitigen Dreiecken. Dasjenige, das auf die Erde aufgesetzt wird, nennen wir die Basis. Wir bestimmen den Mittelpunkt des der Basis umschriebenen Kreises und bezeichnen ihn [durch eine Marke]. Von der Tetraederspitze lassen wir ein schweres Lot (*Schâqûl*) mit zugespitztem Ende herab.

Die Basis setzen wir auf die zu horizontierende Fläche und bewegen das Tetraeder auf ihr. Fällt das Ende des Lotes auf den Mittelpunkt, so ist die Fläche horizontal, ist das nicht der Fall, so besitzt sie eine Verkrümmung (*I'wigâg*) entsprechend der Abweichung [des Lotes] vom Mittelpunkt. Nach dieser Methode macht man die Fläche auf allen Seiten horizontal[2]).

Eine Fläche ist [auch] horizontal, falls Wasser, das man auf eine Stelle gießt, auf dieser bleibt oder nach allen Seiten gleichmäßig abfließt.

3. Um zu bestimmen, ob die Verbindungslinie zweier Punkte parallel zu einem Durchmesser der Welt ist und zu erkennen, ob etwas senkrecht auf der Horizontalebene steht, dient das Instrument, das bei den Architekten unter dem Namen *Schâqûl* (Lot) bekannt ist. Mit ihm bestimmt man das Senkrechtstehen des Gebäudes auf der Horizontalebene.

---

[1]) Oben steht: Seine [des Tetraeders] Spitze, rechts steht „die Basis", links „Bild des feuerartigen Körpers", in der Mitte „der Mittelpunkt". Die Seiten der Basis sind ausgezogen, die zur Spitze führenden dagegen punktiert.

[2]) Offenbar ist nur die Basis des Tetraeders massiv; von den Seitenflächen sind aber, trotzdem es nicht besonders erwähnt ist, nur die Kanten vorhanden, da man sonst nicht hineinsehen kann.

Eine Art Wage zum Horizontieren von Flächen hat auch *al Marrakûschî* beschrieben, etwa in folgender Weise[1]):

Man nimmt einen gut zugerichteten Stab AB aus Kupfer oder einem recht harten Holz, hinlänglich dick, so daß er sich nicht biegt, teilt ihn in zwei gleiche Teile im Punkt S und bohrt dort ein rundes Loch mit S als Mittelpunkt: an dem Stab bringt man eine Zunge OCQ an, so daß das von dieser Spitze C gefällte Lot mit CS senkrecht zu AB zusammenfällt. Dann nimmt man zwei Füße AKHI und BNLM aus Kupfer oder Holz mit dreieckiger Basis und dreieckigen gleich großen Flächen. Man befestigt sorgfältig den Stab auf diesen gleich hohen Füßen, wobei der Winkel IAO gleich dem Winkel NBQ ist. Viereckige Füße tun denselben Dienst. Dann nimmt man ein Gehänge xy, wie das der Wage und befestigt es, wie man es bei den Wagen tut, so daß der Punkt z der inneren Spitze des Gehänges[2]) gerade

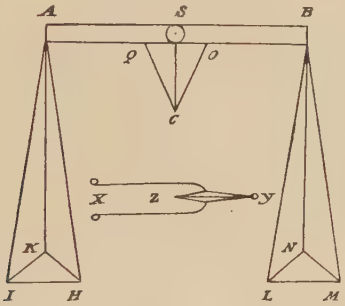


Fig. 41.

gegenüber dem Punkt der Zunge sich befindet, damit das Instrument richtig ist; endlich hängt man ein Bleigewicht am Ende y auf. — Das Instrument stellt man dann auf die zu untersuchende Fläche; ist die innere Spitze des Gehänges in der vertikalen Richtung des Endes der Zunge, so ist die Ebene horizontal.

Zu beachten ist, daß die Araber auch unsere Schnellwage mit dem Wort *Mîzân* bezeichnen[3]).

Al Châzinî beschreibt ferner noch eine Uhrwage; sie ist ebenfalls eine gleicharmige Wage, an deren einem Ende ein mit Wasser oder Sand gefüllter Behälter aufgehängt war, der durch Gegengewichte am anderen Wagarm in das Gleichgewicht gebracht

---

[1]) Traité des Instruments etc. par *Abu'l Hassan Alî* de Maroc Bd. 2, S. 376 traduit etc. par J. J. Sédillot, Paris 1835. Leider fehlen die arabischen Ausdrücke für die einzelnen Teile des Instrumentes.

[2]) Das Gehänge hängt offenbar nach unten.

[3]) Zu zahlreichen Einzelheiten vgl. E. Wiedemann, Beiträge X, S. 316ff. S. 316 Zeile 11 von oben muß es dort heißen „der *Qubba* der Wage", wobei die Klammern fortfallen.

wurde. Der Behälter hatte am Boden ein Loch, durch welches das Wasser in 24 Stunden ausfloß. Im Verhältnis des ausfließenden Wassers wurde der Behälter leichter und die Gewichte am andern Arme glitten herab. Durch ihre jeweilige Entfernung von dem Drehpunkt der Aufhängung konnte man die verflossene Zeit angeben. Aus der letzteren Bemerkung erkennt man, daß die Wage nach Herstellung des Gleichgewichtes einen ungleicharmigen Hebel darstellte, da die Gewichte, um herabgleiten zu können, zuerst dem Drehpunkte näher waren.

Eine Behandlung dieser Uhrwage, die den Schluß des Werkes, abgesehen von dem Bruchstück über die physikalische Wage (s. oben), bildet, würde hier zu weit führen.

Zum Schluß dieses Abschnittes seien noch einige vereinzelte Bemerkungen über die Wage zusammengestellt.

Von der beim jüngsten Tage zum Gericht aufgestellten Wage (*Mîzân*) wird in den muhammedanischen Eschatologien mehrfach gehandelt. Eine solche hat M. Wolff herausgegeben (Leipzig 1872); nach ihr (S. 81 des Textes, S. 146 der Übers.) ist die Länge jedes ihrer Wagbalken (nicht Säulen, wie Wolff übersetzt,) so groß wie der Raum zwischen Ost und West u. s. w. (vgl. auch *Ghazâlî*, La perle précieuse par L. Gautier, Leipzig 1878, Text S. 67, Übers. S. 79).

Röhren, die wie Wagebalken sich um eine Achse drehen und durch die Wasser bald nach rechts und nach links fließt oder in denen Kugeln nach der einen oder anderen Seite rollen, sind von *al Gazarî*[1]) beschrieben und dienen ihm dazu Wasser in verschiedene Gefäße zu leiten. Er spricht von der Herstellung eines hin und her oscillierenden Köchers (*Ga'ba*), der die Gestalt einer Wage (*Mizân*) hat und von einer immerdauernden Flöte mittelst der Wage (*Mîzân*); hier sind an den Enden des umkippenden Rohres an je drei Fäden Schalen angehängt, in die das Wasser fließt.

Ein Baum in der Nähe von *Bânijâs*, der an der Jordanquelle gelegen ist, heißt Baum der Wage (*al Mîzân*); er stand auf der Grenze zwischen muslimischem und christlichem Ge-

[1]) Zu diesen Vorrichtungen vgl. E. Wiedemann in Festschrift der Wetterauischen Gesellschaft 1908 und Amarifestschrift 1908.

biete (vgl. *Ibn Gubair*, Text von de Goeje S. 300, Übersetzung von Schiaparelli S. 295). Über das Verhalten von fränkischen Räubern bei demselben berichtet sehr eingehend der arabische Reisende.

Für mathematische Operationen, wie sie bei der Lösung von Gleichungen vorkommen, dient vielfach die Wage als Gleichnis. *Ibn al Banna* z. B. bezeichnet die Methode des doppelten falschen Ansatzes als das Verfahren mit Hilfe der Wagschalen (Cantor, Geschichte 3. Aufl. Bd. 1 S. 708).

Wie gerne die Wagen zur Erläuterung der Verhältnisse bei Gleichungen dienten, zeigt auch die folgende Stelle aus dem früher erwähnten Werk von *al Bêrûnî* (S. 93):

Was ist *al Gebr wa'l Muqâbala*: Sind Gegenstände von verschiedener Art, die einander das Gleichgewicht halten und einander aufwiegen, in den beiden Schalen der Wage, so ist die Zunge in der richtigen Lage und der Balken im Gleichgewicht. Offenbar ist dann, daß wenn Du aus einer der Schalen etwas von der einen Art fortnimmst, Du ebensoviel nach Art und Menge aus der anderen Schale fortnehmen mußt, damit das Gleichgewicht und der frühere Zustand erhalten bleibt und ebenso, wenn Du etwas in die eine Schale tust, mußt Du ebensoviel in die andere tun. Ebenso ist es, wenn andere Größen vorhanden sind und auf der einen Seite eine Verminderung vorhanden ist, muß man sie dadurch wiederherstellen, daß man sie aufhebt, dann folgt mit Notwendigkeit eine Hinzufügung von ebensoviel auf der anderen Seite [falls das Gleichgewicht erhalten bleiben soll], das ist *al Gebr*.

Naturgemäß gibt es bei Völkern, die einen so ausgebreiteten Handel wie die Muslime besaßen, zahlreiche Werke und Zusammenstellungen der Gewichte, die meist mit solchen über die Längen-, Flächen- und Volummaße vereinigt sind.

Abgesehen von zahlreichen zerstreuten Angaben bei geographischen Schriftstellern, z. B. *Muqadassî* S. 452 ff., seien hier die folgenden erwähnt. In den *Mafâtîḥ al ʿUlûm* sind dreimal diese Gegenstände behandelt. Ein Kapitel (S. 14) handelt von den Maßen und Gewichten der [städtischen] Araber (*al ʿUrb*), ein zweites von den Ausdrücken, die von Vermessungsbehörden benutzt werden, d. h. von Längen-, Flächen- und Volummaßen. Ein drittes Kapitel (S. 158) handelt speziell von den betreffenden Größen bei den Ärzten.

Die Liste, welche für die medizinischen Gewichte *Ibn Sînâ* am Schluß seines Kanon gibt, haben J. Hirschberg und J. Lippert mitgeteilt (die Augenheilkunde des *Ibn Sînâ* S. 173).

H. Sauvaire hat uns zunächst durch Einzelpublikationen von Übersetzungen arabischer Werke eine ganze Reihe von Abhandlungen über Maßsysteme zugänglich gemacht; so von *Elias* von Nisibis (s. oben), *al Gabartî* (s. oben), *al Zahrawî* (J. Roy. Asiat. Soc. [2] Bd. 16, S. 497. 1884)[1]), *al Dahabî* (J. Roy. Asiat. Soc. [2] Bd. 14, S. 264. 1882).

Sowohl der Aufsatz über *al Dahabî*, der in unserem Jahrhundert lebte, als auch der oben erwähnte von *al Zahrawy* enthält nur Angaben über Gewichte und Maße, nicht über Wagen.

Eine ganze Reihe von Werken über Gewichte und Maße zitiert *al Gabartî* (vgl. Sauvaire, J. Roy. Asiat Soc. [2] Bd. 10, S. 256. 1878, wo auch über die betreffenden Verfasser sich Angaben finden).

Die Gewichte (*Sanga*) bestanden aus Metall, Stein u. s. w. (vgl. Dozy Suppl. Bd. 1, S. 690).

Besonders erwähnt möge werden, daß die Araber Gewichte aus Glas benutzten, in die die Größe des Gewichtes eingepreßt [eingeprägt] war (s. oben S. 138; auch bei Hohlmaßen war dies der Fall, wie sich aus zahlreichen von E. T. Rogers[2]) publizierten Exemplaren ergibt. Ein *Dînâr*gewicht ist aus dem Jahr 90 d. H. (oder 70) datiert.

Glasgewichte werden vielfach im Orient gesammelt; solche Sammlungen haben z. B. Professor Euting und Graf von Mülinen.

Die Volumenmaße wurden vielfach bei den Arabern nach den Gewichtsmengen, welche sie an Wein enthalten, bestimmt (vgl. oben S. 8, Anm. 1). Dabei ist die Angabe von Interesse, daß sie an Öl eine um $^1/_{10}$ kleinere Menge als an Wein enthalten (und an Honig eine größere) gleich $^1/_4 + ^1/_{10}$ ($^7/_{20}$) von diesem. So enthielt jedes (Maß), das 10 *Raṭl* Wein enthält, 9 *Raṭl* Öl und $13^1/_2$ *Raṭl* Honig und jedes Maß, welches eine bestimmte Menge Öl enthält, faßt eine gleiche Menge Öl $+ ^1/_9$ Wein und an Honig eine anderthalbfache Menge.

Ganz ähnliche Angaben finden sich auch in der Auseinandersetzung von *al Zahrâwî* (s. oben) über die Gewichte

---

[1]) *Abu'l Qâsim Chalaf Ibn ʿAbbâs al Zahrawî* war ein hervorragender arabischer Arzt (ca. 1013, nicht 1106), wie auch Wüstenfeld (Gesch. der arab. Ärzte S. 85) angibt.

[2]) E. T. Rogers, Journ. Roy. Asiat. Soc. (2), Bd. 10, S. 98. 1878

und Maße. Auch griechische Schriftsteller wie Galen und Dioskorides geben die Gewichte desselben Volumens verschiedener Flüssigkeiten an. Dieselben sind bei einer Geschichte der spezifischen Gewichte zu beachten.

Eine Zusammenstellung der sämtlichen Maße und Gewichte der muslimischen Völker hat H. Sauvaire in einer Reihe von Aufsätzen im Journal Asiatique gegeben[1]). In Bd. 5, S. 498. 1885 enthält eine zusammenfassende Tabelle über die für den Naturwissenschaftler wichtigen Gewichte und Bd. 10, S. 200. 1887 eine interessante Aufstellung über den Wert der Gegenstände in den verschiedenen Epochen.

Ein weiteres Eingehen auf die metrologischen Fragen liegt außerhalb unserer Aufgabe.

---

[1]) H. Sauvaire, Journal Asiatique (ser. 8) Bd. 3, S. 368; Bd. 4, S. 207. 1884; Bd. 5, S. 498. 1885; Bd. 7, S. 124 u. S. 394. 1885; Bd. 8, S. 113 u. S. 272. 1886; Bd. 8, S. 479; Bd. 10, S. 200. 1887.

Über die Wage im Abendland.

Im Anschluß an die obigen Ausführungen sei noch einiges Wenige über die Wage im Okzident mitgeteilt.

Zunächst beschäftigen wir uns mit den Untersuchungen des Nikolaus von Cusa[1]) (1401—1464), des Begründers der neueren Philosophie[2]), und zwar mit seiner Schrift „De staticis experimentis" (4. Dialog) wo er erwähnt, daß man die Quadratur des Kreises am besten durch Gewichte ermitteln könne, worauf bereits Herr Prof. E. Wiedemann[3]) hinwies.

Dieser interessante Dialog, in dem der Verfasser als Idiota (Laie) und ein Orator (Redner) auftritt, beginnt wie folgt[4]):

„Jener römische Redner verkehrte mit einem Laien, um gelegentlich etwas von den ihm angenehmen Anschauungen jenes Mannes zu hören. Als der Redner die Wage (statera) gleichsam als Maß (eigentlich Wage, trutina) der Gerechtigkeit und als ein dem Staate äußerst nötiges Instrument lobte, antwortete der Laie: Obgleich nichts in dieser Welt die Genauigkeit selbst sein kann, so machen wir doch die Erfahrung, daß das Urteil der Wage ein besonders richtiges ist und daher wird sie überall angewendet. Aber sage, bitte, da es nicht möglich ist, daß in demselben Volumen (magnitudo) von Körpern, die verschiedenen Ursprung haben, dasselbe Gewicht sein kann, ob, sage ich, nicht jemand die experimentell bestimmten Unterschiede aufgeschrieben hat. Redner: Ich habe weder davon gelesen noch gehört. Laie: Möchte uns doch einer diese Zusammenstellung vorlegen, ich würde sie für wertvoller als viele Bände halten. Redner: Wenn es dir am Herzen läge, es zu tun, so würde es, glaube ich, durch keinen besser ausgeführt werden. Laie: Einer, der dazu Lust hat, würde es tun können, da es leicht ist, mir fehlt aber die Gelegenheit. Redner: Nenne mir den Nutzen und die Art (es auszuführen), ich will dann sehen, ob ich oder ein anderer es bewerkstelligen kann. Laie:

[1]) Nikolaus Cusanus war der Sohn eines Fischers Joh. Chrypps (Krebs) aus Cues am l. Moselufer. Näheres s. bei Cantor 2. Bd. S. 170. Über die mathematisch-astronomischen Abhandlungen des Cusanus siehe Dr. Schanz. Programm des Gymnasiums zu Rottweiler 1871 und 1872.

[2]) R. Falckenberg, Geschichte der neueren Philosophie.

[3]) E. Wiedemann, Unterrichtsblätter für Math. und Naturwissenschaften 1906.

[4]) Nach der in Paris 1514 erschienenen Ausgabe fol. XCIV—XCVIII.

Ich glaube, daß man durch den Unterschied in den Gewichten in rechter Weise zu den Geheimnissen der Dinge gelangen kann und vieles richtiger infolge eines wahrscheinlichen Schlusses begründet wissen kann. Redner: Du sprichst sehr gut. So sagt auch ein Prophet[1]): Gewicht und Wage sind das Judicium jenes Herrn, der alles schuf nach Zahl, Gewicht und Maß und die Quellen der Gewässer wog (libravit) und die Last der Erde aufhing, wie ein Weiser schreibt".

Ganz besonders beschäftigt sich N. von Cusa mit der Verschiedenheit (varietas) der Gewichte verschiedener Substanzen, wobei stillschweigend vorausgesetzt ist, daß man es stets mit dem gleichen Volumen derselben zu tun hat. Wie bei den Muslimen, so ist auch bei N. von Cusa schon der Begriff der spezifischen Gewichte implicite vorhanden.

Zunächst werden die [spezifischen] Gewichte der Wasser von Quellen und jene des Blutes und Urins besprochen, deren Aufzeichnungen besonders für einen Arzt höchst nützlich seien.

Nach weiteren Beispielen für die Verwendung der Wage[2]) wird auf die Wichtigkeit der [spezifischen] Gewichte[3]) der Metalle hingewiesen[4]), aus denen man auf die Zusammensetzung einer Legierung schließen und deren Wert bestimmen könne, was hauptsächlich bei den Münzen von praktischer Bedeutung sei.

Auch die Edelsteine könnten nach den spezifischen Gewichten unterschieden und Fälschungen erkannt werden. Bemerkt wird hier, daß mittelst der Wage auch die Feuchtigkeit

---

[1]) Die im folgenden enthaltenen Sätze finden sich nicht an einer Stelle in der Bibel, sondern sind, wie das häufig bei mittelalterlichen Schriftstellern der Fall ist, aus mehreren zusammengearbeitet und umgeformt. So heißt es nach der Ausgabe von Kautzsch in der Weisheit Salomos 11, 20: Aber Du hast alles nach Maß und Zahl und Gewicht geordnet und 11, 22: Denn wie ein Stäubchen von der Wage ist die ganze Welt vor dir. Jesaja 40, 12: Wer hat mit seiner hohlen Hand die Wasser gemessen und dem Himmel mit einer Spanne sein Maß bestimmt, [wer] in einem Dreiling [ein Hohlmaß] den Staub der Erde gefaßt und mit einer Schnell(?)wage die Berge gewogen und die Hügel mit Wagschalen. Hiob 28, 25: Als er des Windes Wucht abwog und dem Wasser sein Maß bestimmte.

[2]) A. Heller (Geschichte der Physik Bd. 2, 1882, S. 220ff.) führt dieselben an.

[3]) Der Ausdruck spezifisch schwer kommt wohl zum erstenmal vor in der Schrift de ponderibus (a. a. O.) aus dem 13. Jahrhundert in der Wendung „aequa gravia in specie corpora". (Vgl. E. Wiedemann, Unterrichtsbl. f. Math. u. Naturw. XII, 1906.)

[4]) S. XCV.

der Luft durch die Gewichtszunahme von trockener Wolle[1]) und die Anziehungskraft des Magneten erkannt werden kann.

Zur Bestimmung des Gewichtes der Erde soll man einen Kubikzoll der verschiedensten Mineralien wägen. Dann läßt sich aus dem arithmetischen Mittel derselben und dem bekannten Durchmesser der Umfang und das Gewicht der ganzen Erde (totius capacitatis pondus) feststellen.

Zum Schlusse[2]) behandelt Nikolaus von Cusa die Verwendung der Wage zur Bestimmung des Inhaltes von Flächen geometrischer Figuren und implicite der Zahl π. Die Stelle lautet:

„Redner: Was hältst du von der Geometrie? Laie: Ich glaube, daß die angenäherten Verhältnisse des Kreises und des Quadrates und alles andere, was sich auf den Unterschied (Verhältnis differentia[3])) des Inhaltes von Figuren bezieht, passender durch die Gewichte als in anderer Weise ermittelt werden kann; denn wenn du ein säulenförmiges Gefäß von bekanntem Durchmesser und bekannter Höhe anfertigst und ein anderes würfelförmiges von demselben Durchmesser und derselben Höhe und beide mit Wasser füllst und wiegst, so wird dir aus der Verschiedenheit der Gewichte das Verhältnis des eingeschriebenen Quadrates zu dem Kreis, dem es eingeschrieben[4]) wird, bekannt. Hieraus ergibt sich durch einen naheliegenden Schluß die Quadratur des Kreises und was du darüber zu wissen wünschest. So wenn du zwei ganz gleiche Bleche nimmst und das eine zu einem Kreise biegst, um ein säulenförmiges Gefäß zu erzeugen und das andere zu einem quadratischen Gefäß, damit ein Würfel entsteht und die Gefäße selbst mit Wasser füllst, erfährst du aus dem Verhältnis der Gewichte das Verhältnis eines Kreises und eines Quadrates von gleicher Peripherie. Ebenso wenn Du mehrere solcher Bleche hast, wirst du beim Dreieck, Fünfeck, Sechseck u. s. w. die Verhältnisse des Inhalts untersuchen können. Auf ähnliche Weise wirst du mittelst des Gewichtes dahin kommen können, daß du imstande bist den Inhalt von Gefäßen irgendeiner Gestalt zu bestimmen und zur Herstellung von Instrumenten zum Messen und Wägen gelangen: wie man Wagen verfertigt; wie ein Pfund infolge des Abstandes vom Mittelpunkt tausend hebt und zu dem verschiedenen Herabsinken auf geraderen und krummeren Linien und dazu, wie man alle die feinen Instrumente[5]) der Schiffe und Maschinen

---

[1]) Auf ähnliche Weise bestimmte Leonardo da Vinci die Feuchtigkeit der Luft mit der Wage und der Physiker und Enzyklopädist des 17. Jahrhunderts P. Athanasius Kirchner führte die Konstruktion dieses Hygrometers wirklich aus. (Vgl. M. Jacobi, Zeitschr. f. Naturw. Bd. 75, S. 25, 1903.

[2]) Fol. XCVIII.

[3]) Im folgenden ist differentia mit Verhältnis übersetzt.

[4]) Nach dem Vorhergehenden müßte es eigentlich heißen „umschrieben".

[5]) Ein Druck hat „subtilia instrumenta", ein anderer „subtilia ingenia".

konstruieren muß. Daher meine ich, daß dieser Versuch mit der Wage bei allen geometrischen Fragen von großem Nutzen ist".

Du kannst auch, wenn Du es willst und Du ein wenig neugierig bist, die Zahl der Haare, der Blätter, der Getreidekörner und irgend welcher Dinge in einem Scheffel wägen, falls Du von ihnen eine kleine Menge auf die Wage setzt, sie zählst und das Gewicht Dir merkst. Dann wirst Du aus dem Verhältnis des ganzen Gewichtes zum Teilgewicht das Verhältnis der Zahl [aller] zur Zahl [des Teiles] nach einem wahrscheinlichen Schluß angenähert erfahren.

Die Schrift schließt mit den Worten des Redners:

„Du hast nun genügend die Gründe auseinander gesetzt, warum du wünschest, daß die Gewichte der Dinge, durch die Wage bestimmt, der Reihe nach und mehrfach niedergeschrieben werden sollten, denn es ist wahrscheinlich, daß jenes Buch höchst nützlich sein wird und daß man bei den maßgebenden Persönlichkeiten erbitten muß, daß sie (die spezifischen Gewichte u. s. w.) in den verschiedenen Provinzen[1]) aufgezeichnet und zu einem Ganzen zusammengetragen werden, damit wir zu vielem uns Verborgenen leichter geführt werden. Ich werde nicht aufhören dahin zu wirken, daß es allüberall geschehe. Laie: Wenn du mich liebst, sei darin fleißig, lebe wohl!

Bisher nahm man, soweit mir bekannt, an, daß die älteste Erwähnung über die Rektifikation von Kurven mittelst der Wage sich in einem Brief Torricellis an Roberval vom 1. Oktober 1643 fände, wo derselbe schreibt: Galilei habe vor 45 Jahren, also etwa 1598, der Cycloide ihren Namen gegeben; er habe versucht deren Fläche zu messen und sich dazu unter anderem auch einer Wage bedient, auf welcher er die materielle Cycloidenfläche und ebenso den materiellen erzeugenden Kreis abwog, appensis ad libellum spatiis figurarum materialibus[2]) u. s. w.

Wie wir eben gesehen, findet sich aber die älteste Angabe über die Verwendung der Wage zur Lösung von mathematischen Problemen bereits um 100 Jahre früher.

Nikolaus von Cusa hat auch in anderer Weise die Bestimmung der Zahl π angestrebt, indem er z. B. die Methode der Arkufikation benutzte, d. h. er ging aus von einem gegebenen gleichseitigen Dreiecke als dem einfachsten regelmäßigen Vielecke und ging dann über zu ihm umfanggleichen regelmäßigen Vielecken von größerer Seitenzahl, bis er zur Kreislinie von gleicher Länge gelangte, deren Halbmesser gesucht wurde.

---

[1]) Das war im Orient schon lange geschehen.

[2]) M. Cantor, Vorlesungen über Geschichte der Mathematik, 2. Aufl., Bd. 2, S. 886. Leipzig 1892.

Fand man diesen, so war in der Tat die Länge des Dreiecksumfanges in eine Kreislinie verwandelt (vgl. M. Cantor, Geschichte der Mathematik, II. Aufl., Bd. II, S. 193. 1900).

Zum Schlusse sei noch einiges von den Arbeiten Galileis (1564—1642) und seiner Schüler über die Wage mitgeteilt, die an seine Studien über Archimedes anknüpfen.

In seiner Jugendschrift „La Bilancetta“ [1]) hat Galilei ausgeführt in welcher Weise Archimedes nach seiner Ansicht bei der Lösung des Problems von der Krone [2]) des Hiero verfuhr um das Mischungsverhältnis zweier Metalle zu finden.

Das Instrument, welches er benutzte, nannte er „Goldwage“. Die kleine Abhandlung wurde nicht gleich gedruckt; sie erschien erst nach Galileis Tode mit einigen Bemerkungen von Giovan Battista Montovani in der 1. Ausgabe von Galileis Werken zu Bologna (1655—56).

Die Florentiner Ausgabe fügte zwei Schriften von Benedetto Castelli (1577—1644) und Viviani (1622 -1701) hinzu. Die in ihnen mitgeteilten Methoden sind unten besprochen.

Galilei gibt auf Grund des Studiums der Schriften des Archimedes [3]) „Von dem Gleichgewichte der Ebenen und von den schwimmenden Körpern“ folgende Methode für Lösung des obigen Problemes an.

---

[1]) Opere complete di Galileo Galilei Bd. 14, S. 197—214, Florenz 1855 und Edizione Nazionale, Bd. 1, S. 209, 1890.

[2]) Neuerdings wird hervorgehoben, daß man es wohl nicht mit einer Krone, sondern einem Kranz zu tun gehabt habe (s. w. u.).

[3]) Nach Galilei glaubte man vor ihm, daß die Methode des Archimedes darin bestanden habe, daß er ein der Krone gleiches Gewicht aus reinstem Gold und Silber abgewogen habe und dieselben ebenso wie die Krone selbst in ein entweder ganz oder teilweise mit Wasser gefülltes Gefäß getaucht habe. Aus dem Unterschiede der Größe des Ansteigens des Wassers oder der Menge des überfliessenden habe er dann einen Schluß auf die Zusammensetzung der Krone gemacht (s. w. u.).

Indeß glaubt Galilei nicht, daß Archimedes wirklich diese Methode angewandt habe, sie sei zu roh und führe zu leicht zu Irrtümer, auch sei sie zu weit von der bei mathematischen Dingen erreichbaren Genauigkeit entfernt. Galilei nimmt vielmehr an, daß diese Methode wahrscheinlich von einem Spätern, der von der Tatsache erfahren hatte, erfunden worden sei.

An einer bei C aufgehängten Wage (Fig. 42) hält einer gewissen Menge Goldes an einem Faden in B ein Gegengewicht in D das Gleichgewicht; taucht man das Gold in Wasser, so muß zur Wiederherstellung des Gleichgewichtes das Gegengewicht von D nach E gebracht werden.

Fig. 42.

Wird dasselbe Verfahren mit einer gleichen Menge Silbers anstatt des Goldes wiederholt, so ist zur Bilanzierung das Gegengewicht nach F, bei einer Legierung der beiden Metalle nach G zu verschieben, woraus sich leicht die einzelnen Gewichtsverhältnisse berechnen lassen.

Um Bruchteile des Abstandes zwischen E und F genau messen zu können, umwickelte Galilei den Wagbalken abwechselnd mit 10 Windungen von gleich dickem Stahl- und Kupferdraht.

Domenico Mantovani bemerkt im Anschluß an Galileis Abhandlung über die „bilancetta“ durchaus zutreffend, daß zur Erhaltung genauer Resultate das Volumen der Metalle beim Zusammenschmelzen gleich der

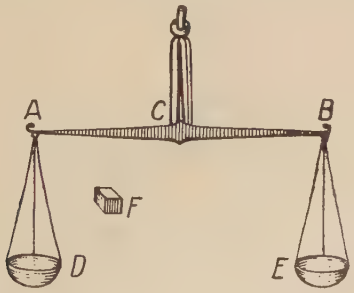


Fig. 43.

Summe der Volumina der ungemischten Metalle sein müsse[1]), sowie daß man nicht notwendigerweise stets gleiche Gewichte der Metalle zu verwenden brauche; auch erhalte man aus dem Gewichtsverluste eines unregelmäßigen Körpers im Wasser direkt das Volumen desselben; denn es sei dem Volumen des Wassers gleich, das ebensoviel wiege wie der Gewichtsverlust ausmache[2]).

Wie man sieht, gab Mantovani diesem letzteren Satze schon eine ganz moderne Fassung.

---

[1]) Das ist ein neuer Satz, der sonst stillschweigend angenommen wurde.

[2]) Das letzte sind Ergebnisse, zu denen schon die früheren Forscher gelangt waren.

Benedetto Castelli verfährt zunächst folgendermaßen: Er nimmt eine gewöhnliche Wage A B (Fig. 43), deren Arme A C und C B gleich sind und deren Schalen D und E nicht nur gleich, sondern auch von derselben Substanz sind. Diese Wage ist im Gleichgewicht, mögen die Schalen in der Luft oder im Wasser sein. In E wird eine bekannte Menge Goldes, eine *Unze*, in D eine ebensogroße Menge Silbers getan. Beide Schalen werden hierauf in Wasser getaucht. D ist dann scheinbar leichter als E. Nun macht man aus Blei oder einer anderen schweren Substanz ein so großes Stück F, daß es auf der Silberseite aufgelegt, wieder Gleichgewicht herstellt. F ist dann der Index für 1 *Unze* Gold und kann für alle Wagen der Welt verwendet werden. Man stellt dann mehrere ebensolche Stücke wie F her; ferner Vielfache, im speziellen 12 fache, um die Indizes für die Pfunde (*libbra*) zu erhalten. Man kann auch ein Stück in 24 Teile teilen, man erhält die Indizes für die Skrupel und einen solchen in 24 Teile teilen, man erhält dann diejenigen für die Grane.

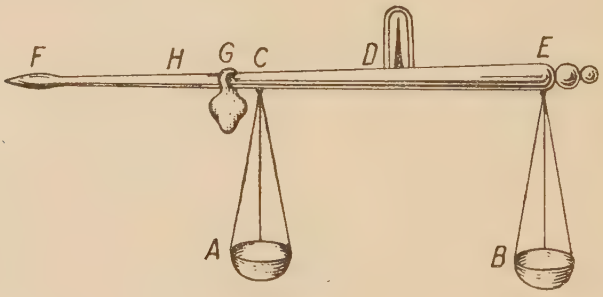


Fig. 44.

Ausführung. Ein Gemisch aus Gold und Silber ist gegeben. Man legt es auf die Wagschale und auf die andere Seite ein ebensolches Gewicht Silber und stellt das Gleichgewicht in der Luft her. Dann taucht man die Schalen ins Wasser und findet, daß man zum Herstellen des Gleichgewichts $4^1/_3$ Bleistückchen gleich F hinzufügen muß, hieraus folgt, daß in dieser Mischung $4^1/_3$ *Unzen* reinen Goldes sind. — Wie groß die Menge an Silber ist, kann man mittelst dieses Instrumentes nicht erfahren. Da nun aber der Anteil an Gold bekannt ist, so findet man sogleich mit der gewöhnlichen Wage, wie viel Silber vorhanden ist.

Castelli gibt noch eine andere Methode an, bei der er sich einer Wage mit Laufgewicht bedient (s. Fig. 44).

An einem, in einem Punkte *D* festgehaltenen Wagebalken sind in *C* und *E* zwei Schalen *A* und *B* aufgehängt. Über *C* hinaus ist der Balken *D C* verlängert bis *F*. Längs desselben kann ein Laufgewicht *G* (romano) verschoben werden. Man legt nun in *A* und *B* je erst eine, dann 2 etc. Unzen Gold und Silber und bestimmt die Stellen, auf die das Laufgewicht einzustellen ist, wenn man die beiden Schalen unter Wasser tauchen und Gleichgewicht herrschen soll.

In der Luft möge es bei G stehen; beim Eintauchen und wenn je eine Unze in der Schale liegt, bei H etc., so daß auf dem Arme GF Punkte angemerkt sind, die einer, zwei etc. Unzen entsprechen.

Bringt man nun die Legierung nach B und ebensoviel reines Silber nach A und taucht beide Schalen in Wasser, so muß das Laufgewicht um ebensoviele Intervalle von G verschoben werden, als Unzen Gold in dem Gemische vorhanden ist[1]).

Vincenzo Viviani endlich verfährt auf folgende Weise: An den Enden C und F eines Wagebalkens (s. Fig. 45) befinden sich die Gewichte A und B, die sich das Gleichgewicht halten. A sei etwa Gold. Taucht man nun A in Wasser, so verliert es an Gewicht und B muß zur Wiederherstellung des Gleichgewichtes nach D verschoben werden.

Aus dem Verhältnis $CE : CD$ erhält man das Verhältnis der Schwere (gravità), d. h. des spezifischen Gewichtes des in A befindlichen Körpers zu Wasser oder zu irgendeiner anderen Flüssigkeit.

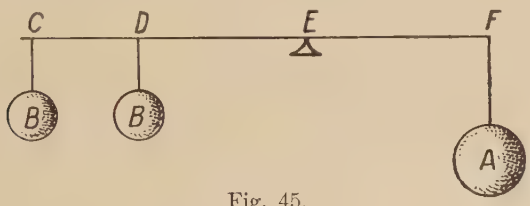


Fig. 45.

Das Verhältnis der spezifischen Gewichte zweier Flüssigkeiten findet man, wenn man A nacheinander in beiden wiegt. Für Quecksilber muß man stets Gold[2]) anwenden, da dies allein schwerer ist als jenes. Die Anwendung auf Legierungen ergibt sich ohne weiteres, sobald nur die spezifischen Gewichte ihrer Bestandteile bekannt sind. Alle diese Versuche lassen sich auch mit einer gewöhnlichen Wage anstellen, wenn sie nur äußerst genau ist und sich merklich für Bruchteile eines Grammes bewegt. Man verwendet dann gleiche Gewichte statt des in gleiche Teile geteilten Armes, indem man die Gewichte am Ende des Wagbalkens läßt.

Die Abbildungen der von Galilei und seinen Schülern zu ihren wissenschaftlichen Beobachtungen verwendeten Wagen

---

[1]) Die Beziehungen dieser Versuche zu denen *al Châzinîs* in der Wage der Weisheit mitgeteilten und den in Menelaos Schrift enthaltenen behält sich Herr Professor Wiedemann zu untersuchen vor.

Erst dann wird sich sicher feststellen lassen, ob die Italiener die ersten waren, die diese Methoden benützten und ob etwa eine Überlieferung aus den früheren Zeiten bestanden hat.

[2]) Man sieht hieraus, daß Viviani den Versuch nicht selbst ausgeführt hat.

zeigen nicht, wie diejenigen der Muslime, große Vollkommenheit in der Konstruktion.

Es ist möglich daß Galilei und seine Zeitgenossen selbstständig zu ihren Resultaten gelangt sind, doch steht auch der Annahme nichts im Wege, daß sie aus alten Quellen geschöpft haben; war doch im Orient die Bestimmung spezifischer Gewichte von Edelmetallen und Edelsteinen weit verbreitet und infolge des regen Handelsverkehrs der Levante mit Venedig und Genua ist es sehr wahrscheinlich, daß die Kenntnis der Verfahren zur Bestimmung spezifischer Gewichte dem Abendlande durch Kaufleute vermittelt wurde.

Die Wichtigkeit des muslimischen Einflusses auf die abendländischen Naturwissenschaften, besonders auf die Physik, wurde übrigens u. a. für einige spezielle Fälle von Herrn E. Wiedemann wiederholt betont[1]).

Die in früherer Zeit im Abendlande verwendeten gewöhnlichen Wagen waren wohl meist einfach, gleicharmig und hatten halbkugelige Schalen (s. Fig. 43 u. 44), die an drei Stricken oder Ketten — bei großen Wagen kommen auch vier vor — aufgehängt waren. Sie zeigen gewöhnlich eine nach oben gerichtete Zunge in einer Schere, wie die Abbildung einer Wage aus dem 12. Jahrhundert in Herrads von Landsberg „Hortus deliciarum“[2]) und jene des hl. Goldschmiedes Egidius auf dem Gemälde von Petrus Christus (1449)[3]), sowie die große Wage auf der rechten Seite des Sarkophages Kaiser Heinrichs im Dom zu Bamberg von Tillmann Riemenschneider aus dem Jahre 1513[4]), ferner die beiden großen

---

[1]) E. Wiedemann. Wied. Ann. Bd. 20, S. 539. 1883; Wied. Ann. Bd. 39, S. 110. 1890. Er hat u. a. auf die Beziehungen zwischen den Arbeiten von Roger Baco und denen der Araber aufmerksam gemacht und nachgewiesen, daß das Abendland verschiedene physikalische Kenntnisse den Gelehrten, die in arabischer Sprache schrieben, verdankt und nicht immer aus direkten klassischen Quellen schöpft.

[2]) Gg. Steinhausen, Geschichte der deutschen Kultur, Leipzig 1904. S. 212. Ein Kaufmann hält die Wage in der Hand.

[3]) Ebenda S. 364.

[4]) M. Pfister, Der Dom zu Bamberg, 1896, S. 43. Ganz einfache Formen zeigt auch die Wage an der Seite des ältesten Grabmals im Bam-

Wagen auf dem Holzschnitt mit einer Allegorie des Handels von Jost Amman (1585)[1]). Auch die häufig an Gebäuden und Denkmälern etc. dargestellten Wagen haben meist diese Form[2]).

Solche gleicharmige Wagen aus Bronze wurden in fränkischen und angelsächsischen und baltischen Gräbern gefunden[3]). Sie waren wohl Münzmeistern[4]) oder sonstigen Finanzbeamten mit in das Grab gegeben.

Wagen, Gewichte und Hohlmaße, die als Norm dienten, wurden gewöhnlich im Rathause aufbewahrt[5]). Die Fürsorge für Maß und Gewicht gehörte nämlich zu den wichtigsten Befugnissen des Rates.

Welch großes Interesse und aufmerksame Sorgfalt auch fernerhin der Konstruktion von Wagen als Gewichts- und Meßinstrumenten nicht nur für praktische, sondern auch für wissenschaftliche Zwecke im Abendlande entgegengebracht wurde, bezeugt z. B. ein im Jahre 1726 zu Leipzig erschienenes, von dem Mathematiker und Mechaniker Jakob Leupold verfaßtes Werk unter dem Titel „Theatrum staticum universale", dessen erster Teildie ganze Technik „aller Arten der Krämer-, Gold-, Silber-, Probier-, Schnell-, Heu-[6]) und anderer merkwürdigen Wagen", deren Erfindung[7]) zumeist noch im 17. Jahrhundert erfolgte, erschöpfend behandelt. Die der Abhandlung angefügten

berger Dom, des Papstes Clemens II., das nach Pfister (S. 27) noch vor 1065 entstanden ist.

[1]) G. Steinhausen a. a. O. S. 539. „Die Schalen der großen Wage im zweiten Felde links, auf der Warenballen abgewogen werden, hängt an vier Stricken oder Ketten.

[2]) Vgl. u. a. die bei F. X. Kraus, Realienenzykl. der christl. Altert. Bd. 2, S. 962 aufgeführten, ebenso die oberhalb des Einganges an der Kammerer Mühle in Forchheim aus Stein gemeiselte Wage (1698), deren linker Wagbalken von einem Untier niedergehalten wird (Sinnbild der wägenden Gerechtigkeit) u. s. w.

[3]) Cochet Sépultures gaul. 253 u. 257 und L. Stieda, Const. Grevingks arch. Arbeiten, Königsberg 1908, S. 28.

[4]) Orelli, Inscr, Nr. 226.

[5]) Eidbuch der Stadt Bamberg aus dem Jahre 1440 mit einer Liste des Inventars (St. A. Fol. 42b—43a). Ein Drittel davon ist bei H. Aufseß, Anz. für Kunde des deutschen Mittelalters Bd. 1, 1832, S. 68 abgedruckt. Vgl. darüber Köberlin, Bamberger Rathausgeschichten aus alter Zeit. Beil. z. Bamb. Tagbl. v. 8. X. 1908.

[6]) S. 55. Eine Art Dezimalwage.

[7]) J. Leupold, vgl. Vorrede; ferner S. 57, 58, 63, 68.

reichlichen Illustrationen der im Texte genau beschriebenen Wagen und ihrer Teile beweisen den großen Fortschritt in der Herstellung immer genauerer Wagen, wie sie nur durch aufmerksames Studium der mehr und mehr ausgebauten Theorie[1]) und infolge der experimentellen Durcharbeitung mittelst immer mehr verfeinerten Werkzeuge ermöglicht werden konnte.

[1]) Vgl. hierzu 1. Kapitel § 2; J. Gg. Leutmann De bilancibus et novis inventis staticis, Comentarii Acad. Scient. Imp. Petropolitanae, Tom. 2, S. 35—82.

Über falsche Wagen.

Daß die Menschen wohl, so lange sie die Wage und andere Meßgeräte benützten, auch bestrebt waren, sich durch betrügerische Handlungen unerlaubte Vorteile zu verschaffen, ist anzunehmen.

Nur einige auf die Wage bezügliche Angaben seien zusammengestellt; eine vollständige Darstellung würde ein eingehendes Studium der Gesetze der verschiedenen Völker erfordern.

Daß bereits bei den Ägyptern falsche Wagen vorkommen, beweist der Ausdruck „Hüter der Wage“ (vgl. S. 15, Anm. 2).

Daß die Ägypter Gewichte und Wagen fälschten, zeigen ferner zwei berühmte Stellen des „negativen Bekenntnisses“ des Kapitels XXV des Totenbuches.

Die erste Stelle lautet nach Herrn Prof. A. Wiedemann: Nicht habe ich gelegt auf das Gewicht der Wage. Varianten aus anderen Handschriften sind: a) Nicht habe ich überschritten in bezug auf das Richtige der Wage. b) Nicht habe ich die Hand gelegt auf das Gewicht der Wage). — Die zweite Stelle lautet: Nicht habe ich klein gemacht an dem t‘ χ der Wage[1]). — Das t‘ χ ist das kleine Gewicht an der Wage am Faden, das die richtige Stellung des Balkens erkennen läßt (vgl. dazu A. Dümichen, Z. S. für ägyptische Sprache 1872, S. 39, wo auch noch andere Bemerkungen über die Wage sich finden).

Aus den meisten Darstellungen, die das Wägen des Herzens durch die Wahrheit schildern, schließt Ducros, daß hier häufig absichtlich eine Täuschung stattfand, indem Anubis oder Horus die eine oder andere Schale herunter- oder heraufhebt, beziehungsweise der Tote selbst seine Hände auf die Schale stützt, die die Wahrheit enthält, damit diese Wagschale sich auf seine

[1]) Ducros (s. w. u.) übersetzt: Ich habe nicht den Balken der Wage gefälscht.

Seite neigt und seine Seele von Fehlern erleichtert werde, die ihm vorgeworfen werden könnten.

Auch die Juden haben sich falschen Maßes und Gewichtes und falscher Wagen bedient. Schon im dritten Buch Mosis (19, 36) heißt es: Richtige Wage, richtige [Gewichts-] Steine, richtiges Epha und richtige Hin[1]) sollt ihr führen. Eine Trugwage (*moznê mirmû*) wird bereits Hosea 12, 8 genannt. Micha (6, 11) sagt: Kann einer rein dastehen bei falscher Wage und einem Beutel mit falschen Gewichtssteinen und Amos (8, 5) . . . und wann geht der Sabbat vorüber, daß wir das Epha verkleinern, das Gewicht vergrößern und betrügerisch die Wage fälschen.

Daß die Kenntnis des Hebelgesetzes, wenn auch nicht in mathematischer Form, schon zur Zeit des Aristoteles (4. Jahrh. v. Chr.) zu betrügerischen Zwecken praktisch ausgenützt wurde, erfahren wir aus einer Bemerkung in den mechanischen Problemen (vgl. S. 30):

„Daher bedienen sich die Purpurkrämer betrügerischer Kunstgriffe, indem sie den Aufhängepunkt (der Wage) außerhalb der Mitte setzen und in einem Teil der Wage Blei einlassen und auf der Seite, die sie herabsinken lassen wollen, Holz von der Wurzel oder Knotiges anbringen; denn schwerer ist aus der Wurzel genommenes Holz und der Knoten im Holze ist eine Wurzel."

Aus der römischen Zeit sind uns einige Angaben über falsche Wagen erhalten. So in: Dig. (47, 11) 6. 1. Trajan verordnet, daß der Gebrauch einer statera adulterina bei Getreidemessung die Strafe der lex Cornelia de falsis (Über Testaments-, Zeugnis-, Münzfälschung etc.) nach sich ziehe. In Cod. (10, 73) 1, 2 (Theodos. II.) ist davon die Rede: Aurum aequa lance et libramentis paribus suscipere und der Ausdruck: „aequa lance" findet sich in übertragener Bedeutung bei Justinian, Cod. (6, 20) 17; (6, 28) 4, 6; (6, 37) 23, 2 interpoliert in Dig. (42, 1) 20. Ferner heißt es bei Persius (1, 7) examen improbum in. trutina und bei Augustin (serm. 105, 2 Mai): stateras dolosas et mensuras duplices habere.

Zahlreiche Stellen, wo von der Verwendung richtiger und falscher Gewichte und Maße gehandelt wird, finden sich in den römischen Gesetzen, so in: Dig. (4, 3) 18, 3; (19, 2) 13, 8; (47, 2)

[1]) Epha und Hin sind Hohlmaße. Vgl. S. 21, Anm. 4.

52, 22; (48, 10) 32, 1; (48, 19) 37 u. (19, 1) 32, sowie Cod. (10, 72) 15 (Theodos. II.)[1]).

Auch Persius 1, 130 spricht von „iniqua hemina“ (Hohlmaß). Für Betrügereien durch falsches Maß und Gewicht sind meist Entschädigungsstrafen festgesetzt, doch verordnete Kaiser Hadrian (117—138) „in insulam eos relegari, qui pondera aut mensuras falsassent“.

Mehrfach hat sich *Muḥammed* im *Qurân* mit dem richtigen Maß und Gewicht befaßt. Er sagt Sure 7 Vers 33 und Sure 11 Vers 85: Gebet richtig das Maß (Gefäß) und die Wage und kürzet nicht das Meßgefäß und die Wage (*Mîzân*). Sure 17, Vers 37 und Sure 26 Vers 182 heißt es: „Und wäget mit der geraden (bezw. rechtschaffenen *mustaqîm*) Wage (*Qustâs*)[2]).

In welcher Weise die Muslime, auch ohne daß man falsche Gewichte oder Wagen mit verschiedenen langen Wagbalken verwendete, mit der Wage betrogen, ergibt sich aus folgender Stelle aus dem Werke von *al Gaubarî*[3]). Er erzählt uns:

Einige von ihnen haben eine Wage (*Mîzân*) mit einem hohlen Wagbalken (*Qaṣaba* = Rohr, wohl weil er rund und rohrförmig ist, bei den Wagen heißt sonst der Balken *ʿAmûd*-Säule). In ihm befindet sich Quecksilber. Wollen sie jemandem Gold übergeben (an ihn abliefern), so halten sie die Schale (*Kiffa*), auf der sich das Gold befindet, fest und das Quecksilber rinnt nach dieser Seite nach vorne; sie nehmen von dem Golde fort so viel, als dem Gewicht des Quecksilbers entspricht. Soll aber das Gold leichter erscheinen, so halten sie die Schale fest, auf der die Gewichte (*Ṣang*) sich befinden, und das Quecksilber fließt nach der Seite der Gewichte, dann gewinnen sie von dem Golde, so viel als das Quecksilber wiegt (vgl. auch oben S. 133).

Eine okzidentale Wage, die in ganz derselben Weise mit einem hohlen Wagbalken konstruiert ist, befindet sich im Deutschen Museum zu München aufbewahrt.

---

[1]) Herr Professor Dr. Siber in Erlangen war so gütig, die obigen Stellen Herrn Professor E. Wiedemann mitzuteilen. Zu vergleichen ist ferner R. Köstlin, Abhandlungen aus dem Strafr. 2 S. 129ff., 138f. Tübingen 1858. W. Rein, Kriminalrecht der Römer S. 788 a. 44. Leipzig 1844. Th. Mommsen, Röm. Strafrecht S. 676. Leipzig 1899.

[2]) Wenn auch die obigen Stellen ihrem Inhalte nach eine Anleihe an die Bibel deutlich erkennen lassen, so muß doch angenommen werden, daß für Muhammed die Notwendigkeit des Verbotes falsche Wagen zu führen aus der Erfahrung heraus geboten erschien.

[3]) Vgl. E. Wiedemann, Beiträge IV, S. 388ff.

Ein anderes Mittel, um beim Wägen zu betrügen, sah *Ġaubarî* in Indien; ein dortiger Bankier hielt seine Rechte, an der er einen Ring trug, stets nahe an die Zunge (*Lisân*) der Wage, und zwar beim Einkassieren auf die Seite des Gewichtes, beim Auszahlen auf die Seite des Geldes. In dem Ringe steckte ein Magnetstein, die Zunge der Wage war also aus Eisen wie *Ġaubari* richtig aus der Veränderung im Einspielen der Zunge schloß (auch der Araber spricht vom Spielen *laʿib* der Zunge).

Über die Art der Ausübung der Marktpolizei, der Prüfung der Gewichte, Maße und Wagen in Cairo durch den *Muḥtasib* gibt W. Lane[1]) eine sehr lebendige Schilderung:

Dieser *Muḥtasib* reitet von Zeit zu Zeit durch die Stadt, von einem seiner Beamten begleitet, der mit einer großen Wage vor ihm hergeht, und die Exekutoren und eine Menge anderer Diener folgen ihm. Wenn er bei den Läden vorbei oder über die Marktplätze kommt, so läßt er die Verkäufer ihre Gewichte, Wagen und Maße zeigen und prüft dieselben, ob sie richtig sind. Wenn er findet, daß ein Verkäufer falsche Wagen, Gewichte oder Maße hat, so bestraft er ihn auf der Stelle mit Stockschlägen oder Peitschenhieben. Die von dem Diener getragene Wage war größer wie die jetzt üblichen. Ihr Wagbalken war ein hohles Rohr mit etwas Quecksilber gefüllt (s. oben), wodurch der Träger, welcher wußte, wer seinem Herrn ein Geschenk gemacht hatte und wer nicht, leicht die eine oder andere Wagschale sinken lassen konnte.

---

[1]) E. W. Lane, Sitten und Gebräuche der heutigen Egypter, nach der 3. Originalausgabe übers. von Th. Zenker, Bd. 1, S. 128 und 130. Leipzig 1852.

Nachtrag.

Kurz vor Abschluß des Druckes ist mir durch Herrn Prof. Dr. E. Wiedemann die reichhaltige Abhandlung von Herrn H. Ducros (vgl. S. 12, Anm. 1) zugänglich geworden. Sie enthält nicht weniger als 49 Abbildungen von ägyptischen Wagen. Ich entnehme derselben, daß im Museum in Kairo Teile einer römischen Wage, einer Handwage und einer Standwage, wie sie oft dargestellt werden, vorhanden sind. Die letztere hat Herr Ducros mit großem Scharfsinn rekonstruiert und danach abgebildet. Fig. 46 ist danach angefertigt. Fig. 47 stellt dagegen eine Handwage dar aus dem Zodiakus in Esneh.

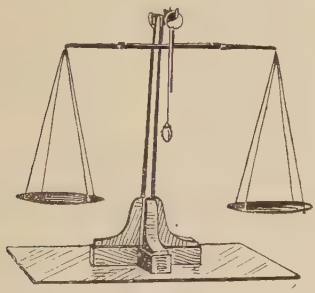


Fig. 46.

Fig. 47.

In bezug auf das von *al Châxinî* als Wage des Archimedes (vgl. S. 52) bezeichnete Instrument teilt mir Herr Prof. E. Wiedemann auf Grund weiterer Forschungen, um etwaige falsche Vorstellungen zu vermeiden, folgendes mit.

Nach *al Châxinî* ist seine Beschreibung dieser Wasserwage Wort für Wort einer Schrift des Menelaus entnommen und zwar zitiert er als eine solche an einer anderen Stelle ein Werk, das Menelaus an den König Domitianus richtete. In der Tat hat nach verschiedenen arabischen Bibliographen Menelaus ein

Werk verfaßt, das den Titel hat „Bestimmung der Quantität, in welche zusammengemischte Körper getrennt werden“ oder einen ähnlichen[1]). Der Verfasser wird bald *Mânâlâus* bald *Mîlâus*[2]) geschrieben; eine Verwechselung, die bei der arabischen Schreibweise des Wortes sehr leicht möglich ist.

Von einem Werk des Menelaus über diesen Gegenstand ist uns eine vollständige Handschrift im Escorial erhalten, von der Herr Manero (O. S. B.) so freundlich war, Herrn Prof. E. Wiedemann eine weiß-schwarze Photographie herzustellen. Große Stücke einer jedenfalls in vieler Hinsicht ähnlichen aber nicht immer wörtlich übereinstimmenden Schrift bezw. Übersetzung finden sich im Werk *al Châzinîs*, nicht aber die sehr interessante Einleitung. Diese allein steht wörtlich so wie in der Escorialhandschrift in der Schrift von *al Bêrûnî* „Über das Verhältnis zwischen den Metallen und den Edelsteinen im Volumen“ (vgl. E. Wiedemann, Beiträge VIII, S. 163).

Nach dieser Einleitung hätte man zur Zeit des Menelaus nicht mehr die Methode von Archimedes gekannt, wohl aber diejenige eines gewissen *Mânâtîus*. Bei dieser wird ein Silberstück, das in der Luft gleich viel wiegt wie nebeneinandergelegte Gold- und Silberstücke von bekanntem Gewicht, zugleich mit diesen in Wasser getaucht, die andere Schale längs des Balkens so lange verschoben, bis Gleichgewicht vorhanden ist und dann auf dem Balken eine Marke gemacht. Bei einer unbekannten Legierung wird wieder ein ihr gleich großes Silberstück genommen und ebenso verfahren. Aus der Lage der Wagschale erhält man die Zusammensetzung der Legierung, ganz unabhängig von dem Gewicht derselben. Nach *al Châzinî* wird das Gleichgewicht durch ein verschiebbares Gewicht hergestellt, das sich natürlich auf der Silberseite befindet. Diese Methode kann richtige Resultate nur geben, wenn das verschiebbare Gewicht stets derselbe Bruchteil des Gesamtgewichtes der Legierung bezw. des Silbers ist. Es wird wohl das verschiebbare Gewicht so gewählt, daß es, wenn es am Ende des Balkens steht, gerade dem Auftrieb des Silbers das Gleichgewicht hält, dessen Gewicht dem auf

[1]) Vgl. E. Wiedemann, Beiträge III, S. 253.

[2]) *Al Châzinî* und *al Bêrûnî* haben *Mânâlâus*, die Escorialhandschrift *Mîlâus*.

der anderen Schale aufgelegten Golde gleich ist. Eine Angabe findet sich darüber aber nicht.

Die Übersetzung der Stelle aus der Schrift des Menelaus lautet nach der Escorialhandschrift:

Anfang des Buches von Menelaus [*Mânâlâus*] an *Ṭûmâṭijânûs* (Domitian) über den Kunstgriff (*Ḥjla*), durch den man die Quantität eines jeden einzelnen einer Anzahl gemischter Körper kennen lernt.

O König! Dem König Hiero von Sizilien brachte man eines Tages eine Krone (Kranz) von großem Umfang, sie wurde ihm aus einer Gegend gebracht, sie war solide in der Kunst und von wohl gefügter Arbeit. Hiero kam nun auf den Gedanken, daß die Krone nicht aus reinem Golde bestehe, sondern daß ihm Silber beigemischt sei. Er untersuchte die Sache mit der Krone genau und erkannte dabei mit Sicherheit, daß sie aus Gold und Silber bestand, darauf wünschte er die Menge eines jeden dieser beiden [Metalle] kennen zu lernen. Die Krone wollte er nicht gerne zerbrechen, da sie ein Meisterwerk der Kunst war; er erkundigte sich danach [wie man das machen sollte] bei den Geometern und den Mechanikern. Unter ihnen fand er keinen, der dazu die Geschicklichkeit besessen hätte, außer Archimedes dem Geometer, der zu der Gesellschaft des Hiero gehörte. Archimedes lehrte kennen, wie viel Gold und Silber in der Krone war, ohne die Krone zu zerbrechen und zu verderben. Bei der genauen Prüfung der Ursache (Regel) hierfür stieg er stufenweise zu der Kenntnis der Unbekannten auf. Aber dieser Kunstgriff des Archimedes hat keine Kunde von seinem Wesen zu uns gelangen lassen, wenn wir auch von den äußeren Umständen (Zeit und Ort) gehört haben; für uns liegt die Sache so, daß sie nicht zu den für Archimedes unmöglichen oder schwierigen Dingen gehörte. Wir haben zu diesem Kunstgriff Kapitel geschrieben, welche es ermöglichen, daß man die Menge eines jeden aus zahlreichen zusammengemischten Körpern kennen lernt, ohne daß man den einen oder den anderen trennt. Und ich sah, daß die Kenntnis hiervon für deine literarische Bildung und deine Liebe zur Wissenschaft passend sei, so daß ich sie für dich in diesem meinem Werk verzeichnet (niedergelegt) habe. Und nicht verschwindet es [ist es überflüssig] mit Rücksicht darauf, daß *Mânâṭius* [1]) von diesem Kunstgriff etwas mitteilte in seinem Werk an den König Germanikus in dem, was er darbietet bei dem Zerfallen [2]) (erschüttert werden) und dem Dichtsein der Körper; er verwandte nämlich hierbei nicht eine allgemeine Methode, das ergibt sich aus dem, was er in seinem Werk ausführt.

Er (nämlich *Mânâṭius*) sagt: Du nimmst eine Wage, die so weit wie irgend möglich geprüft ist, und man nimmt eine Menge Goldes, die man auf die Wage legt, und man stellt ein Stück Silber her, das ihm [dem Gold] das

---

[1]) Über einen Mann mit Namen *Mânâṭius* oder ähnlich haben sich keine Nachrichten finden lassen.

[2]) Das Wort ist vielleicht im Sinne „Dünnerwerden" benutzt.

Gleichgewicht hält, wenn die Wage mit ihnen in der Luft aufgehängt ist. Dann vereinigt man das Gold und Silber, die gleich groß sind, in einer Schale und man legt ihnen gegenüber [in die Wagschale] das, was ihnen an Silber das Gleichgewicht hält, falls die Wage in der Luft aufgehängt ist. Dann tauchst Du beide Schalen der Wage in Wasser und wenn die Wage sich nach der Seite des Goldes neigt, so verschiebst Du die Schale von ihrem Ort, bis der Balken parallel zum Horizont ist. Dann machst Du an der Stelle, nach der Du die Schale verschoben hast, ein Zeichen (*'Alâma*), wie Du es bei den Dingen tust, welche Du in der Luft wiegst[1]). Dann machst Du das Gold das doppelte vom Silber (d. h. man legt in die eine Schale zwei Stück Gold und ein Stück Silber) und vereinigst sie in einer Schale und legst ihnen gegenüber, was ihnen das Gleichgewicht hält, wenn die Wage sich in der Luft befindet. Dann bringst Du beide Schalen in das Wasser — die beiden Schalen müssen aber auf Grund sorgfältigster Untersuchung einander gleich [gemacht] sein und von ein und derselben Substanz sein, die die Eigenschaft hat, daß sie im Wasser untersinkt, wie das Kupfer oder das Silber — und falls sich die Wage nach dem Gold senkt, verschiebst Du die Schale von ihrer Stelle, bis der Balken im Gleichgewicht ist und parallel dem Horizont steht. Dann machst Du an der Stelle, nach der Du die Schale verschoben hast, eine Marke. Dann tust Du dasselbe an den drei, vier und den übrigen Vielfachen von dem Golde[2]), wie Du verfährst bei dem, das Du in der Luft wiegst.

Hat man es nötig, die Menge Goldes und Silbers, die gemischt sind, zu bestimmen, so macht man gegenüber (d. h. auf der anderen Seite der Wage) dem Körper, der aus ihnen gemischt ist, ein Stück reines Silber, das ersterem an Gewicht gleich ist, falls die Wage in der Luft aufgehängt ist. Dann bringst Du beide Schalen in das Wasser und wenn die Wage nach der Seite des aus Gold und Silber gemischten Körpers sich neigt, so verschiebst Du die Schale, bis der Balken parallel dem Horizont steht. Dann siehst Du nach dem Zeichen, zu dem Du die Schale verschoben hast, nämlich auf welchen Ort der Zeichen es fällt, die vorher aufgezeichnet worden sind. Dem entsprechend sagst Du, daß in ihm [dem gemischten Körper so und so viel] von Gold und Silber ist und dieses Kapitel [*Bâb*] ist ein sicheres Kapitel[3]).

Falls aber mehr als zwei Körper miteinander gemischt sind, so ist es nicht möglich, die Menge eines jeden von ihnen entsprechend in diesem Kapitel zu bestimmen. Aus dieser Wage, deren Herstellung die eben beschriebene ist, zieht man keinen Nutzen bei der Kenntnis der Menge von zwei beliebigen miteinander gemischten Körpern, sondern allein bei dem, was aus Gold und Silber gemischt ist. Auch kann man nicht mit ihm zu jeder Zeit die Menge eines jeden dieser beiden Körper, nämlich Gold und Silber, wenn sie gemischt sind, bestimmen, denn der Unterschied in den Wässern verdirbt [macht fehlerhaft] die Wägung [wie sich aus folgendem ergibt]. Hat man dieselbe Menge Gold

[1]) Vgl. hierzu die Abbildung S. 62.

[2]) Gemische mit weniger als 50% Gold werden ebensowenig hier wie von *al Châzini* betrachtet, wohl weil sie ohne weiteres zu erkennen waren.

[3]) Gemeint ist natürlich, die Entwickelungen in diesem Kapitel sind sicher.

und Silber, bringt sie auf eine Wage und bringt beide Wagschalen in irgendein Wasser, so senkt sich die Wage nach dem Gold. Man verschiebt nun die Wage[schale] zu irgendeinem Ort, bis sie im Gleichgewicht und parallel zum Horizont ist. Transportiert man nun diese Wage in diesem Zustand, bis daß ihre Wagschalen in irgendeinem Wasser sich befinden, das von dem ersten Wasser unterschieden ist, so findet man die Wage nicht mehr parallel zum Horizont. Deshalb muß man bei dieser von *Mânâtius* benutzten Methode zahlreiche Wagen benutzen entsprechend einem jeden Wasser und entsprechend dem, dessen Menge an gemischten Dingen man wissen muß, wie Gold und Silber oder Gold und Kupfer oder Silber und Kupfer oder was es sonst gibt, dessen Trennung (Bestimmung der in ihm enthaltenen Mengen) man nötig hat; und das ist, was ich von dem Zustand (Inhalt) dieses Kapitels erklären mußte. Das ist nun vorausgeschickt und ich will nun erläutern die Methoden, durch die man den Weg dazu findet.

Mit diesem Stück des Menelaus, das die Wage des *Mânâtius* beschreibt, stimmt, wie erwähnt, z. T. wörtlich, z. T. sachlich, die oben erwähnte Beschreibung, die *al Châzinî* von der Wage des Archimedes gibt, überein. Die Methode ist freilich eine andere.

Der Abschnitt heißt bei *al Châzinî* (fol. 51^{v}:

Maqâla IV. Über die Wasserwagen, von denen die alten und die neuen Gelehrten gehandelt haben. Sie besteht aus 5 *Bâb*.

Bâb 1. Bericht über die Wage des Archimedes und darüber, wie sie benutzt wird, falls ihre beiden Schalen sich in dem Wasser befinden, entsprechend dem, was Menelaus selbst berichtet hat. Es ist die allgemeine (*muṭlaq*) Wage mit Zeichen (*ʿAlâma*) und einem verschiebbaren Gewicht (*Minqala*) [1]).

Archimedes sagt: Du nimmst eine Wage, die so genau wie möglich hergestellt und gründlich untersucht ist. Ferner nimmst Du von Gold und Silber je ein gleiches Gewicht. Du machst (bearbeitest) sie in den beiden Schalen, bis sie in der Luft im Gleichgewicht sind. Dann bringst Du die beiden Schalen in dasselbe Wasser. Wenn sich dann die Wage im Wasser zu der Schale, in welcher sich das Gold befindet, wegen der Schwere des Goldes, neigt, so richtest Du sie durch das verschiebbare Gewicht auf, bis sie horizontal steht. Auf dem Balken machst Du an der Stelle, wo das verschiebbare Gewicht steht, ein Zeichen. Dasselbe geschieht mit zwei Stücken Gold und drei und vier [die zu einem Stück Silber gefügt werden] und man verschiebt das verschiebbare Gewicht, wie man bei dem, was in der Luft gewogen wird, verfährt. Und diese Abstände [der Zeichen] von der Zunge sind je nach dem Gewicht des verschiebbaren Gewichtes verschieden.

Mischt man Gold und Silber mit einander und will man die Menge (*Kamîja*) eines jeden von ihnen bestimmen, so muß man von dem reinen Silber ein Gewicht nehmen, das dem Gewicht des gemischten Körpers, und zwar

---

[1]) Die Wage entspricht der S. 62 beschriebenen Form.

seinem Gewicht in der Luft, entspricht. Dann bringt man die beiden Schalen in das Wasser — die beiden Schalen müssen aber auf Grund sorgfältigster Untersuchung einander gleich [gemacht] sein und von ein und derselben Substanz sein, die die Eigenschaft hat, daß sie in Wasser untersinkt, wie das Kupfer oder das Silber[1]) —. Erfolgt die Neigung nach der Seite, auf der der gemischte Körper sich befindet, so richtest Du die Wage dadurch, daß Du das verschiebbare Gewicht verschiebst, auf, bis die Wage horizontal steht. Dann blickst Du auf das Zeichen, auf dem das verstellbare Gewicht beim Gleichgewicht der Wage steht. Und man sagt, daß in diesem Körper Gold ist entsprechend dem Zeichen, auf welches Du das verschiebbare Gewicht gesetzt hast. Diese Erzählung sind die Worte des Mannes, Buchstabe für Buchstabe und diese sinnreiche Anordnung (*Ḥîla*) ist richtig [entspricht der Wahrheit].

Die entsprechend dieser Beschreibung hergestellte Wage ist vollkommen geeignet für Gold und Silber, aber nicht für jede Flüssigkeit; denn in verschiedenen Flüssigkeiten ergeben sich verschiedene Gewichte. Daher ist, wenn Du Gold und Silber in verschiedene Flüssigkeiten bringst, das Zeichen verschieden, auf dem das verschiebbare Gewicht steht. Das verschiebbare Gewicht steht nicht immer auf ein und demselben Zeichen bei dem Einstellen der Wage, die dadurch horizontal wird. Du mußt für jedes Wasser eine Anzahl von Wagen benutzen, die eine für Gold und Silber, die andere für Silber und Kupfer oder für Kupfer und Gold.

Im ganzen sage ich: Man braucht für je zwei verschiedene Körper in jeder Flüssigkeit eine besondere Wage. Ferner muß man von reinem Silber eine Menge herrichten von dem Gewicht des aus Gold und Silber gemischten Körpers und das ist dabei schwierig und zwar insbesondere falls der gemischte Körper ein großes Gewicht besitzt. Von dem, was sich bei dieser Aufgabe (*Ḥila*) ereignet, handelt das *Bâb* 2: Über die Methoden (*Ṭarîq*) des *Mânâlâus* hierin, wenn beide Schalen gleichzeitig im Wasser sich befinden oder eine im Wasser und die andere in der Luft sich befindet. Er sagt: Ich will die Methoden erläutern, durch die man diese Sache (*Ma'nan*) herausbringen kann, in sicherer Weise, eifrig forschend, in drei Kapiteln u. s. f.

---

[1]) Diese Stelle stimmt in den beiden Parallelstellen vollkommen überein.

Das auf den vorhergehenden Seiten zusammengestellte Material über die Wagen ist, wie ich mir wohl bewußt bin, weit davon entfernt, vollständig zu sein; doch hoffe ich in dem einen oder anderen Punkte unsere Kenntnisse ergänzt zu haben.

Bevor ich schließe, drängt es mich eine Pflicht der Dankbarkeit zu erfüllen, indem ich der außergewöhnlichen Förderung gedenke, welche meiner Arbeit durch die freundliche Unterstützung seitens meines verehrten Lehrers, des Herrn Universitätsprofessors Dr. Eilhard Wiedemann in Erlangen zuteil wurde, der mir, wie erwähnt, unter anderem gestattete, daß ich seine Übersetzungen aus arabischen Handschriften veröffentlichte. Dessen Bruder Herr Dr. Alfred Wiedemann, Universitätsprofessor in Bonn, hatte die Güte den ersten Teil meiner Schrift einer Durchsicht zu unterziehen und mir einige interessante Notizen mitzuteilen. Ebenso danke ich Herrn Professor Dr. Guthe in Leipzig für einige Literaturangaben, ferner den Herren Beamten der k. Bibliotheken in München, Erlangen und Bamberg für ihr liebenswürdiges Entgegenkommen bei Überlassung der von mir benötigten Bücher und dem Rektorate des k. Luitpoldprogymnasiums Forchheim für die gütig gewährte Benützung der Clichés meiner ersten Arbeit. Eine angenehme Aufgabe ist mir noch, im Namen von Herrn Prof. E. Wiedemann den Herren Dr. Juynboll in Leyden, Prof. Dr. Ehwald in Gotha, Prof. Dr. T. W. Arnold in London, Exzellenz Prof. Dr. Smirnoff in Petersburg und Prof. Dr. Stern in Berlin für die Überlassung von Handschriften zu danken, die er für meine Arbeit nutzbar machen konnte, sowie Herrn Dr. Fr. Prowe in Thorn für die Vergleichung einiger Stellen in einer dort befindlichen Handschrift, ferner Herrn Dr. Björnbo in Kopenhagen für die Überlassung der lateinischen Abschrift des Werkes vom *Ṯâbît*; endlich auch Herrn Prof. Dr. Jacob für mannigfache freundliche Hilfe.

Lebenslauf.

Ich, Thomas Ibel, katholischer Konfession, bin geboren am 29. März 1869 zu Nürnberg als Sohn des Brauereibesitzers Joh. Bapt. Ibel und dessen Gattin Anna Maria, geb. Güttler.

Von 1880 bis 1886 besuchte ich die Realschule in Bamberg und absolvierte das humanistische Gymnasium zu Münnerstadt im Jahre 1895.

Hierauf bezog ich die Universität München, wo ich zum Zwecke des Studiums der Mathematik und Physik Gelegenheit fand folgende hervorragende Professoren zu hören:

Prof. Dr. Bauer, v. Braunmühl (†), Döberl, Döhlemann, Dyck, Ebert, Finsterwalder, Graetz, S. Günther, Frh. v. Hertling, Lindemann, v. Lommel (†), v. Miller (†), Iw. v. Müller, Muncker, Oberhummer, Pringsheim, Riehl, Riezler, Sohncke, v. Weber.

Es sei mir gestattet auch an dieser Stelle allen meinen hochverehrten Lehrern meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Im Jahre 1898 bestand ich den ersten, 1899 den zweiten Abschnitt des Examens für Lehramtskandidaten der Mathematik und Physik und wurde seitdem im Staatsdienst verwendet und zwar von 1899 bis 1902 als Assistent und von da ab als Gymnasiallehrer am k. Luitpoldprogymnasium in Forchheim.

Im Jahre 1902 begann ich auf Anregung des Herrn Professors Dr. Eilh. Wiedemann die vorstehende Arbeit.